

## PLAN DE DEVELOPPEMENT ECONOMIQUE, SOCIAL ET CULTUREL DE LA GUADELOUPE

OPERATION RA2124003

# CARTOGRAPHIE ET EVALUATION DES SURFACES CULTIVEES EN BANANE

SITUATION EN 1997

### Rapport final

G. Lainé, F. Baleux

CIRAD

1999





**PLAN DE DEVELOPPEMENT ECONOMIQUE, SOCIAL  
ET CULTUREL DE LA GUADELOUPE**

**Mesure n° 212 - Poursuivre le développement de la filière banane**

**Opération :  
Cartographie et évaluation des surfaces cultivées en banane**

**Identification: Code CPER n° RA2124003**

*Convention FEOGA - CIRAD-CA du 5 décembre 1996  
Programme Opérationnel Intégré - Objectif N°1  
Région Guadeloupe - 94FR16002*

*Convention ODEADOM - CIRAD-CA n° 96764/1 du 25 août 1997*

**CIRAD-CA**  
Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement  
Département des cultures annuelles  
Maison de la Télédétection 500 rue JF Breton 34 093 Montpellier Cedex 5

## **Préambule**

**Ce projet a été élaboré sous la maîtrise d'oeuvre de la Direction de l'Agriculture et de la Forêt de Guadeloupe avec un co-financement de l'Union Européenne, de l'ODEADOM et du Conseil Régional de Guadeloupe.**

**La maîtrise d'ouvrage en a été confiée au CIRAD-CA, département des cultures annuelles du CIRAD.**

**Ce travail n'aurait pu être réalisé sans l'aide des structures du CIRAD en Guadeloupe, CIRAD-CA et CIRAD-FHLOR. Nous remercions notamment Richard BARAN, Représentant du CIRAD-CA en Guadeloupe et Responsable de la station de Roujol à Petit-Bourg, pour sa collaboration active.**

**Nous remercions également Jacques NOLIN, Directeur de la SICA KARUBANA pour ses précieux conseils et son aide dans la coordination des opérations d'enquête, Robert BOULOGNE, Directeur de la SICA BANAGUA pour son appui logistique ainsi que les techniciens des Groupements de Producteurs, de la Chambre d'Agriculture de Guadeloupe et du CIRAD pour les enquêtes qu'ils ont été amenés à effectuer sur le terrain pendant la campagne 1997.**

**A la Direction de l'Agriculture et de la Forêt de Guadeloupe, au sein du Service de l'Economie Agricole, nous sommes reconnaissants à Pierre GAUTHIER, chef du service ainsi qu'à Daniel SERGENT, Alexandre HERMENT, ingénieurs des travaux agricoles et à Christian TOURNADRE, responsable informatique, d'avoir été nos interlocuteurs attentifs et d'avoir veillé à la bonne articulation des moyens mis en oeuvre.**

## SOMMAIRE

1 - Introduction .....	1
2 - Méthodes d'estimation des surfaces cultivées en banane. ....	3
3 - Proposition technique et méthodologique (inventaire cartographique) .....	6
4 - Couverture photographique aérienne .....	12
5 - Stéréorestitution planimétrique et altimétrique .....	17
6 - Première mise à jour de l'occupation du sol .....	21
7 - Mise en place d'un système de relevés GPS en mode différentiel. ....	28
8 - Calcul d'un modèle numérique de terrain ( MNT) .....	35
9 - Apport des données RADAR du satellite ERS-2 .....	42
10 - Produits cartographiques et statistiques. ....	48
11 - Conclusion .....	61

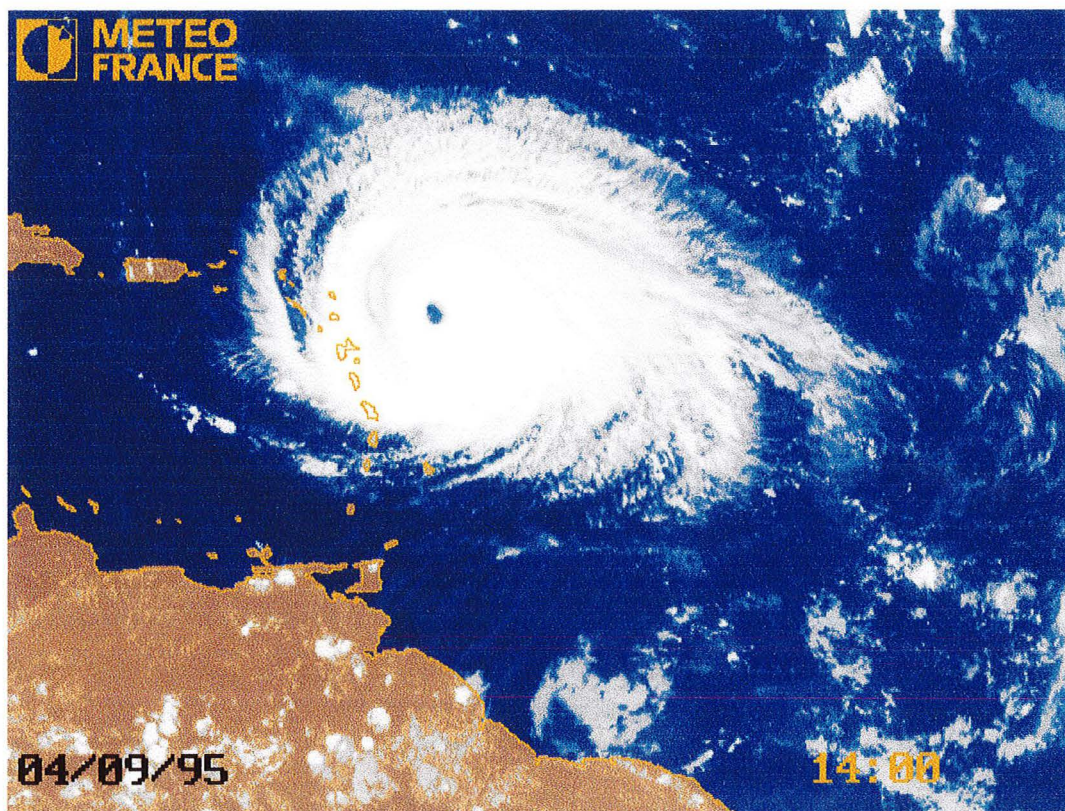


## 1 - INTRODUCTION

Après les cyclones Iris, Luis et Marylin de fin 95 qui faisaient suite à la sécheresse et à la tempête Debby de 1994, la profession a entrepris un important programme de replantation de la sole bananière. Il en a résulté de profondes modifications du "paysage bananier" guadeloupéen. Ainsi l'enquête structures du Ministère de l'Agriculture, réalisée début 96 en période de reprise cyclonique, a mis en évidence une diminution de 30 % des exploitations par rapport à 1993 avec en particulier une diminution de 45% des exploitations de moins d'un hectare. Il était donc important d'évaluer et d'analyser cette situation nouvelle à partir de bases solides.

Il y avait parallèlement de la part des collectivités ainsi que des acteurs de la filière une demande d'informations fiables et régulières en vue d'établir un diagnostic de la situation et d'en effectuer le suivi. Il était donc souhaitable de pouvoir disposer, outre d'un "état des lieux" statistique, d'un inventaire cartographique de la sole bananière.

En conséquence, face à ces différentes préoccupations relatives à une meilleure connaissance à la fois statistique et cartographique des surfaces cultivées, le Département des Cultures Annuelles du CIRAD a pris l'initiative début 1996 de faire une proposition dans ce sens à la Direction de l'Agriculture et de la Forêt de Guadeloupe (DAF) en s'appuyant sur le projet mené depuis 1995 en matière de connaissance et suivi de la sole cannière.



*Figure 1: Ouragan LUIS, Image GOES O8 du 4 septembre 1995 à 14h UTC  
(Source METEO-FRANCE, CMS Lannion)*





(source: Editions ATLAS, Collection "Les îles")



## **2 - METHODES UTILISEES POUR L'ESTIMATION DES SURFACES CULTIVEES EN BANANE.**

### **2.1 Méthodes d'estimation statistique par sondage.**

Un sondage peut être probabiliste ou par choix raisonné mais seuls les premiers permettent d'évaluer la précision des estimations lors des extrapolations.

Les bases utilisées peuvent être démographiques (l'unité statistique est une unité économique) ou géographiques (l'unité statistique est une portion de territoire). Dans tous les cas une stratification préalable améliorera les résultats obtenus à condition toutefois que le découpage de la population soit effectué en strates présentant une bonne homogénéité vis à vis du caractère enquêté. Enfin, rappelons que la précision des évaluations ne dépend pas du taux de sondage mais varie comme la racine carrée du nombre des observations.

#### ***2.1.1 Sondages sur base démographique.***

Ils sont en général à deux degrés (villages, exploitations) avec une stratification au premier degré en fonction d'un ou de plusieurs critères comme les systèmes de culture, la taille des villages etc.

La méthode utilisée en Guadeloupe est l'enquête "*structures*" du Ministère de l'Agriculture. Elle utilise un panel d'exploitations constitué à partir du RGA de la façon suivante: après une stratification réalisée en fonction de l'importance des exploitations agricoles, il est procédé à un échantillonnage pondéré par la taille moyenne des exploitations de chacune des strates.

Pour chaque exploitation tirée, les parcelles sont listées et mesurées par l'enquêteur. Il subsiste donc une part déclarative non négligeable. De plus, la base de sondage doit être à jour et doit donc correspondre à un recensement récent. Enfin, la représentativité de l'échantillon est difficile à estimer car la stratification est effectuée à partir d'un seul critère qui n'en explique pas forcément toute la variabilité.

#### ***2.1.2 Sondages sur base géographique ou sondages aréolaires.***

Ces sondages permettent de s'affranchir des difficultés inhérentes aux bases démographiques en raison de la meilleure stabilité des bases géographiques. La méthode utilisée en Guadeloupe est celle du *sondage aréolaire par points*.

C'est la méthode utilisée par le Service Central des Enquêtes et Etudes Statistiques (SCEES) du Ministère de l'Agriculture dans le cadre de l'enquête "Utilisation du Territoire" ou "**TER-UTI**". C'est un système à deux degrés (photos, points) dont l'échantillon est stable et obligatoire depuis 1982. Chaque département français possède donc un jeu de photographies et une liste de points à enquêter qui sont attribués à la plus petite portion de territoire entourant le point et homogène vis à vis de la nomenclature TER-UTI. (Tableau 2.1)

En Guadeloupe, les photographies utilisées sont issues d'une couverture aérienne réalisée par l'IGN en 1988. Pour chacune des 145 photos issues du tirage, il a été procédé à un agrandissement au 1/5 000 sur lequel a été reportée une grille de 36 points distants de 300m

Avantages: c'est une enquête simple à réaliser (points stables d'une année sur l'autre) et rapide à dépouiller: Il n'y a aucun tracé à effectuer par l'enquêteur.

Inconvénient principal: aucune estimation n'est autorisée pour une unité inférieure à l'ensemble du département. Ainsi pour la Guadeloupe, on ne peut théoriquement obtenir aucune évaluation sur Marie-Galante. De plus, la précision dépend du nombre de points enquêtés par poste et enfin l'ancienneté des photos est trop importante.

## **2.2 Autres méthodes d'estimation**

Ce sont des méthodes d'estimation non statistique. Nous citerons deux d'entre elles:

- l'estimation fournie par les groupements de producteurs à partir des déclarations des agriculteurs et des contrôles effectués par les SICA.(surface moyenne annuelle). Il s'agit donc d'une méthode exhaustive.
- l'estimation effectuée à partir des traitements aériens et du litrage à l'hectare par les responsables du GIE SERVIPROBAN constitué récemment entre les groupements de producteurs pour assurer la lutte contre les cercosporioses. Ces estimations sont en réalité la moyenne des estimations faites à partir des différents traitements effectués dans l'année . Il faut toutefois noter que ces estimations seront toujours supérieures à la réalité étant donné que par précaution, les traitements débordent toujours les limites strictes des parcelles de banane.et que de plus, il y a d'importants chevauchements des lignes de vol afin d'assurer une totale couverture des traitements.

	Enquête TER-UTI	Enquête Structures	Estimations groupements de producteurs	Estimations Serviproban
1993	6426	6139	6300	6360
1994	5945	/	6300	/
1995	5980		5900	/
1996	5500	5507	6100	6785

***Tableau 2.0: Comparaison des estimations de superficies***

Conclusion: . Les sondages donnent des valeurs assez voisines mais la différence avec les estimations des groupements de producteurs et de Serviproban est plus importante en 1996 que les années précédentes. La tendance générale est toutefois à la diminution des superficies cultivées en banane



## Total Guadeloupe

Catégorie physique	Année	Code physique	Nombre de points			% des 3 îles			en ha		évolution en %		
			92	93	94	92	93	94	92	93	94	93/92	94/93
Marais salants, étangs d'eau saumâtre		110	5	2	2	0,1	0,0	0,0	172	69	69	- 60	=
Lacs, bassins, étangs d'eau douce		120	10	8	3	0,2	0,2	0,1	344	275	103	- 20	- 63
Rivières, estuaires, canaux		130	15	12	8	0,3	0,3	0,2	515	412	275	- 20	- 33
Marais, zones humides		140	20	72	54	0,4	1,5	1,2	687	2474	1856	+ 260	- 25
Mangroves		150	147	101	126	3,2	2,2	2,7	5052	3471	4330	- 31	+ 25
Rochers, galets		210	6	7	5	0,1	0,2	0,1	206	241	172	+ 17	- 29
Dunes, plages de sable ou de galets		220	9	8	8	0,2	0,2	0,2	309	275	275	- 11	=
Pelouses sommitales et flanc de montagne vierge		230	1	0	2	0,0	0,0	0,0	34	0	69	///	///
Bois et forêts feuillus		310	1480	1352	1340	31,9	29,1	28,8	50859	46460	46048	- 9	- 1
Bois et forêts mixtes		330	0	2	0	0,0	0,0	0,0	0	69	0	///	///
SBHF du type bosquet		340	115	108	85	2,5	2,3	1,8	3952	3711	2921	- 6	- 21
SBHF du type haie boisée		350	0	1	3	0,0	0,0	0,1	0	34	103	///	+ 200
SBHF du type alignement		360	5	5	3	0,1	0,1	0,1	172	172	103	=	- 40
SBHF du type arbres épars		370	120	51	41	2,6	1,1	0,9	4124	1753	1409	- 58	- 20
Landes et maquis boisés		410	340	412	538	7,3	8,9	11,6	11684	14158	18488	+ 21	+ 31
Landes et maquis non boisés		420	415	495	594	8,9	10,7	12,8	14261	17010	20412	+ 19	+ 20
Terrains vagues urbains		430	1	2	4	0,0	0,0	0,1	34	69	137	+ 100	+ 100
Céréales		510	0	2	0	0,0	0,0	0,0	0	69	0	///	///
Canne à sucre		520	432	416	393	9,3	9,0	8,5	14845	14296	13505	- 4	- 6
Canne à sucre		521	0	1	1	0,0	0,0	0,0	0	34	34	///	=
Banane d'exportation en cultures pures		531	172	180	167	3,7	3,9	3,6	5911	6186	5739	+ 5	- 7
Banane d'exportation en cultures associées		532	6	6	4	0,1	0,1	0,1	206	206	137	=	- 33
Banane fruit		533	0	1	2	0,0	0,0	0,0	0	34	69	///	+ 100
Banane légume		534	7	5	9	0,2	0,1	0,2	241	172	309	- 29	+ 80
Igname		541	12	11	20	0,3	0,2	0,4	412	378	687	- 8	+ 82
Madère ou dachine		542	2	2	2	0,0	0,0	0,0	69	69	69	=	=
Malanga		543	1	1	0	0,0	0,0	0,0	34	34	0	=	///
Autres tubercules, racines... en culture pure		544	7	3	2	0,2	0,1	0,0	241	103	69	- 57	- 33
Autres tubercules, racines... en mélange		545	1	6	3	0,0	0,1	0,1	34	206	103	+ 500	- 50
Légumes frais en cultures pures		551	20	24	31	0,4	0,5	0,7	687	825	1065	+ 20	+ 29
Légumes frais en mélange		552	1	1	1	0,0	0,0	0,0	34	34	34	=	=
Association de cultures vivrières et maraîchères		560	5	4	2	0,1	0,1	0,0	172	137	69	- 20	- 50
Légumes secs		570	2	1	1	0,0	0,0	0,0	69	34	34	- 50	=
Ananas		580	10	12	10	0,2	0,3	0,2	344	412	344	+ 20	- 17
Vergers de limes de Tahiti		591	1	3	1	0,0	0,1	0,0	34	103	34	+ 200	- 67
Autres agrumes		592	5	1	6	0,1	0,0	0,1	172	34	206	- 80	+ 500
Vergers de manguiers		594	2	0	2	0,0	0,0	0,0	69	0	69	///	///
Autres vergers		595	7	7	5	0,2	0,2	0,1	241	241	172	=	- 29
Association de vergers et de cultures légumières		596	0	6	4	0,0	0,1	0,1	0	206	137	///	- 33
Vergers-pré		597	8	7	10	0,2	0,2	0,2	275	241	344	- 13	+ 43
Association de vergers et de bananes		598	1	0	0	0,0	0,0	0,0	34	0	0	///	///
Jardin et verger créole		610	100	106	107	2,2	2,3	2,3	3436	3643	3677	+ 6	+ 1
Cultures florales pures		621	1	0	1	0,0	0,0	0,0	34	0	34	///	///

Tableau 2.1. : Résultat des enquêtes TER-UTI de 1992, 1993 et 1994  
(Direction de l'Agriculture et de la Forêt de Guadeloupe, Service Statistiques)



### 3 - PROPOSITION TECHNIQUE ET METHODOLOGIQUE

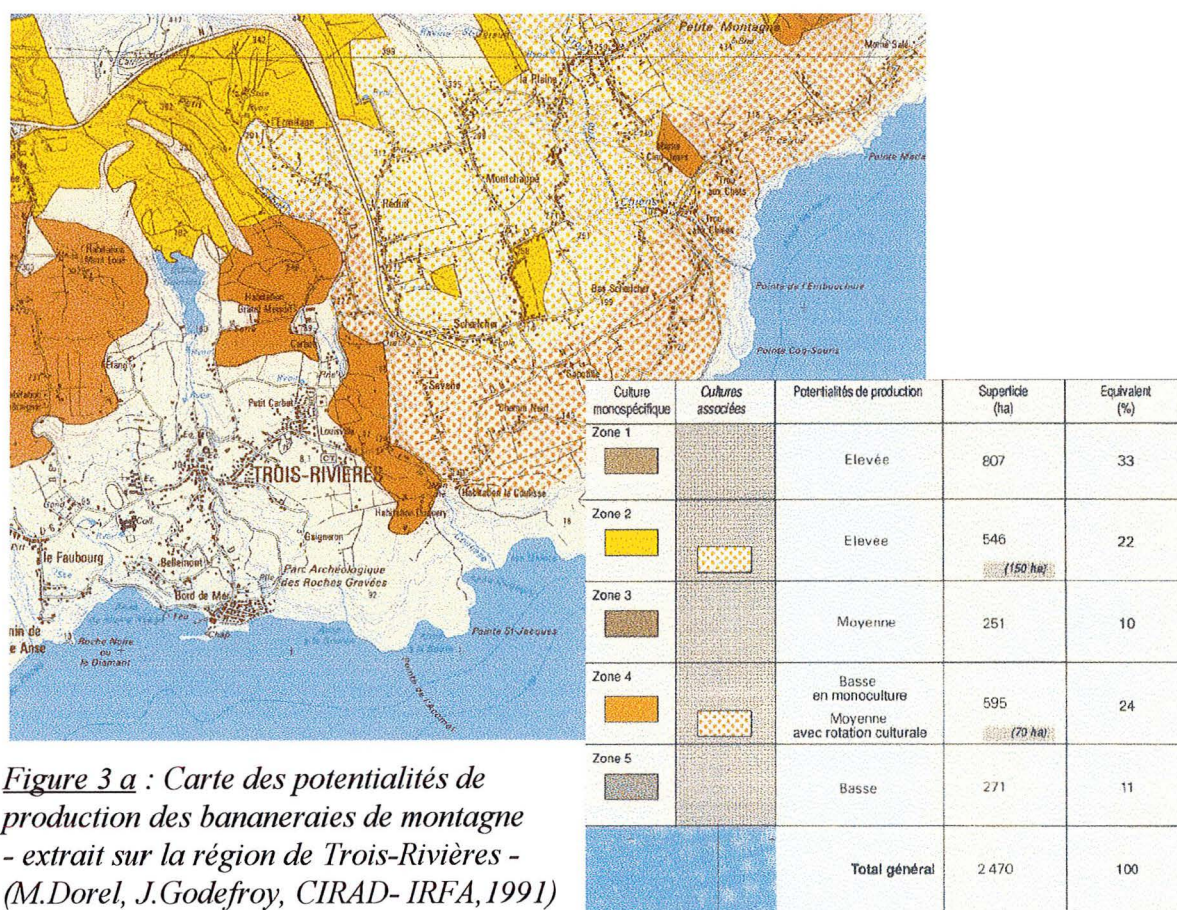
#### 3.1 Intérêt d'un inventaire cartographique.

##### 3.1.1 Confrontation entre les différentes estimations

Les statistiques issues de l'inventaire permettent de disposer d'une source complémentaire de données statistiques et en conséquence les estimations.

##### 3.1.2 Nécessité d'une cartographie associée.

On ne peut disposer à partir d'un sondage que d'une représentation cartographique des résultats obtenus et ceci uniquement à l'intérieur des unités territoriales à l'intérieur desquelles une extrapolation est statistiquement autorisée, ce qui ne constitue pas réellement une information nouvelle. Le besoin d'un inventaire cartographique des surfaces cultivées en banane se faisait donc sentir dans la mesure où les seuls documents cartographiques relatifs à la culture bananière étaient anciens et ne visaient pas à individualiser le parcellaire (cf figure 3a). De plus le récent développement des bananeraies en Grande Terre nécessitait de pouvoir en effectuer un suivi cartographique.



*Figure 3 a : Carte des potentialités de production des bananeraies de montagne - extrait sur la région de Trois-Rivières - (M.Dorel, J.Godefroy, CIRAD- IRFA, 1991)*

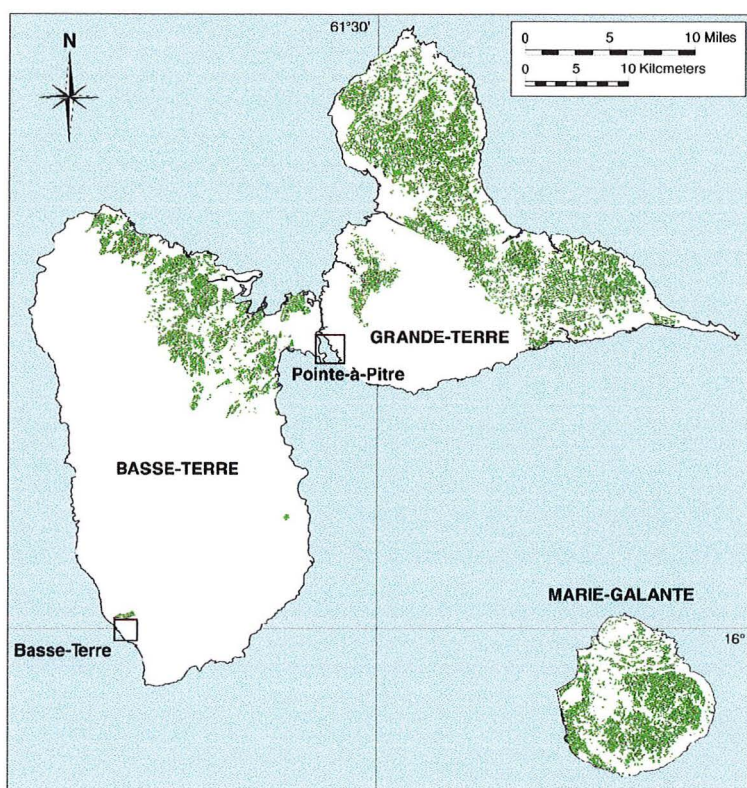


### 3.1.3 Amélioration des plans de sondage.

Nous avons vu (cf 2.1) que la précision de la base de sondage devait fréquemment être améliorée. Dans le cas des bases géographiques ceci revient à définir et délimiter plus précisément le domaine cultivé afin que toutes les unités enquêtées soient situées à l'intérieur et que la taille de l'échantillon ne s'en trouve pas ainsi réduite.

### 3.1.4 Obtention de statistiques localisées sur une unité de territoire.

Dans le cas de TER-UTI, l'absence de statistiques localisées est inhérente à la méthode. Par contre dans le cas d'un inventaire cartographique, il suffit simplement de connaître les limites géographiques d'une unité quelconque pour disposer des statistiques correspondantes. Ainsi, lors du projet "connaissance et suivi de la sole cannière", l'inventaire cartographique (fig 3b) a permis de disposer de statistiques sur chacun des 5 bassins canniers



*Figure 3 b:*

*Cartographie  
parcellaire  
de la sole cannière  
guadeloupéenne  
en 1995  
(DAF-CIRAD).*

### 3.1.5 Analyse spatiale et systèmes d'information agricole.

On conçoit difficilement de faire des propositions pour la gestion et l'aménagement des espaces ruraux sans tenter de comprendre la logique du fonctionnement des agrosystèmes, ceux-ci étant perçus comme l'ensemble des interactions permanentes et à différents niveaux entre des facteurs du milieu naturel et des facteurs liés à l'utilisation anthropique du territoire. Or le résultat (temporaire) de ces interactions est inscrit dans le paysage agraire dont de nombreux éléments peuvent être appréhendés à distance. Ainsi, les inventaires cartographiques par télédétection permettent de visualiser régulièrement la répartition spatiale et l'organisation d'un phénomène, d'en apprécier la dynamique et après croisement avec d'autres informations spatialisées par l'intermédiaire d'un SIG, d'aider à la compréhension de certains des mécanismes qui régissent cet agrosystème.



### **3.2 Spécifications**

Suite aux différentes réunions qui se sont tenues entre la DAF, les SICA Banagua et Karubana ainsi que les départements CA (Cultures annuelles) et FLHOR (Fruits et horticulture) du CIRAD, il a été établi un ensemble de spécifications pour un projet d'estimation des surfaces cultivées en banane en Guadeloupe:

Etat des lieux : mi 97

Territoire concerné: Grande Terre et Basse Terre

Objets à cartographier: parcelles cultivées en banane de taille supérieure ou égale à 2500 m<sup>2</sup>.  
voies de communication et d'accès au parcellaire.

Erreur de superficie sur chaque parcelle : inférieure à 10%

Erreur de l'estimation globale: inférieure à 5%

Délais: estimation statistique et cartographique à fournir fin 97.

Base de données: structurée pour exploitation dans un SIG  
numérotation et géoréférencement de chaque parcelle  
calcul de la surface réelle (et non projetée) de chaque parcelle

### **3.3 Méthodologie.**

*La méthode générale proposée a été celle de l'estimation statistique à partir d'un inventaire cartographique puis d'une mise à jour par enquête et mesure au sol .*

#### ***3.3.1 Quelles sont les données susceptibles d'être utilisées pour une telle opération ?***

Les données de télédétection aérienne ou spatiale sont les seules qui permettent d'avoir une vision exhaustive de l'ensemble du territoire concerné et donc de prendre en compte l'ensemble des parcelles cultivées en banane; Certaines parcelles sont en effet inconnues des techniciens et parfois situées dans des secteurs d'accès problématique pour un enquêteur.

#### ***3.3.2 Photographies aériennes ou données satellitaires?***

L'analyse de quelques images SPOT a montré qu'il était possible de mettre en évidence quelques parcelles de banane dans les zones de grand parcellaire (Capesterre, cf figure 3 c) Toutefois la fréquente proximité de la végétation naturelle permet difficilement de repérer les parcelles isolées. De plus, même si la précision statistique globale ainsi obtenue atteignait 95%, la taille du pixel SPOT (10m au minimum), n'aurait pas permis de cartographier chaque parcelle avec l'erreur maximum de 10 % qui était tolérée. Il en était évidemment de même pour les données radar puisque leur résolution est en général encore inférieure.

Il était donc indispensable d'avoir recours aux photographies aériennes pour la constitution en première année d'une solide base de référence.





*Figure 3 c:*

*Extrait de l'image  
SPOT XS du 3-10-1995  
(Zone de Capesterre Belle Eau)*

*Composition colorée standard  
(Canaux 3, 2, 1 en RVB)*

### **3.3.3 - A quelle échelle réaliser les prises de vues?**

#### *Précision requise pour les produits à fournir*

L'échelle des prises de vues est directement liée à la précision cartographique requise pour le produit final; Si nous prenons comme hypothèse que l'erreur graphique est de 0,2mm quelle que soit l'échelle de restitution, les erreurs théoriques de mesure sur les longueurs sont de 1m pour un document final au 1:5000 et de 2m pour un document final au 1:10 000. Le calcul montre que l'erreur théorique qui en résulte pour les estimations de surface est égale à 10 % dans le cas le plus défavorable d'une parcelle en lanière de 0,25 ha restituée au 1:10 000.

Même si des parcelles de ce type ne sont pas en majorité, nous avons préféré éviter de travailler en conditions limites et prévoir une restitution au 1:5 000 , échelle de toute façon nettement plus adaptée à l'intégration des futures données dans un SIG établi sur base cadastrale.

#### *Echelles de prises de vues aériennes:*

Il existe en théorie un rapport possible de 1 à 5 (en planimétrie seule) ou de 1 à 4 (avec altimétrie) entre l'échelle de restitution et l'échelle de prises de vues. Ainsi pour une restitution au 1/5000, l'échelle des prises de vues ne devrait pas être inférieure au 1/20 000.

Toutefois, afin de ne pas augmenter le coût et les délais de l'opération, il est souhaitable de ne pas multiplier le nombre de clichés et donc de ne pas utiliser une échelle supérieure au 1/15 000 ( sauf ponctuellement pour s'affranchir des contraintes liées à la nébulosité ).



### 3.3.4 Comment calculer la surface réelle de chaque parcelle ?

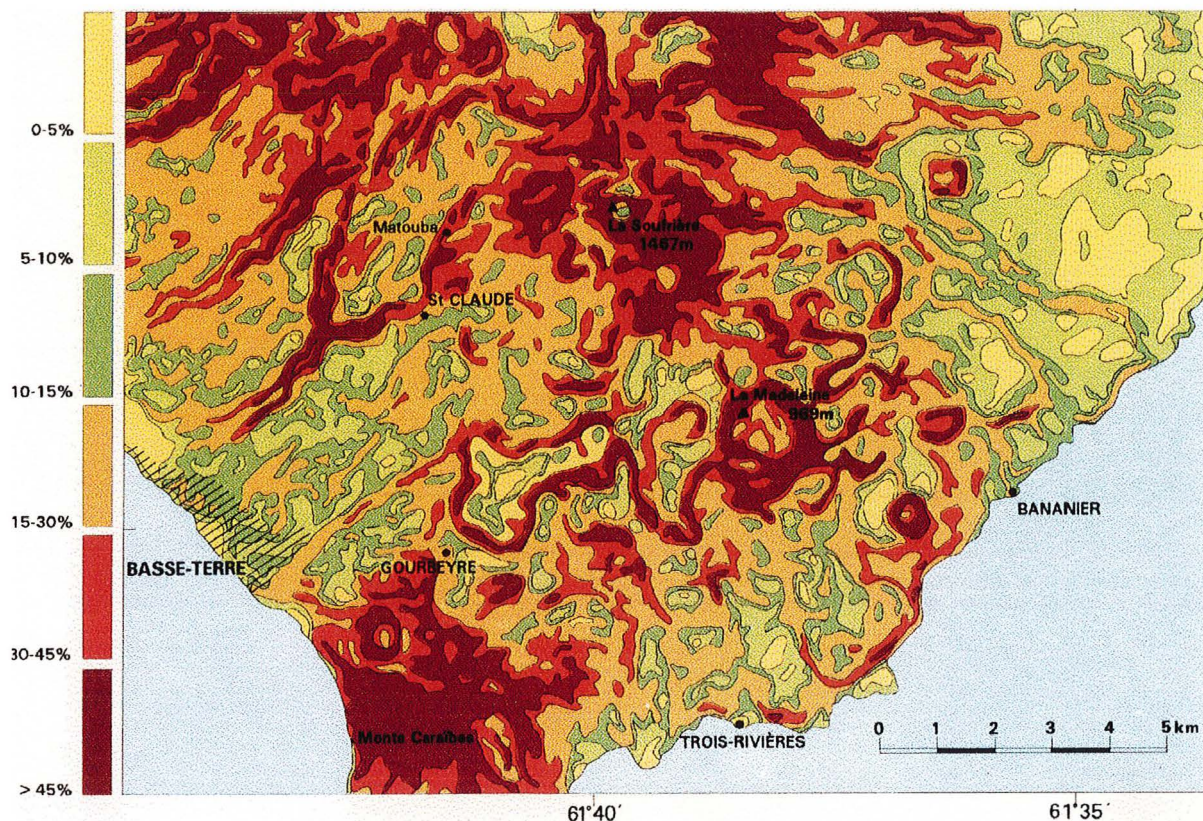
La majorité des parcelles de banane est cultivée sur des pentes importantes (cf figure 3d)

Or les limites cartographiées correspondent à la projection horizontale de ces parcelles ce qui induit une sous-estimation des superficies dont l'importance est fonction de la pente.

Pour connaître la véritable superficie cultivée en banane, il était donc indispensable d'estimer la pente moyenne de chaque parcelle puis de calculer la surface réellement cultivée.

Ce travail nécessitait de disposer d'une information altimétrique suffisamment précise pour pouvoir effectuer ce calcul sur des parcelles de très petite taille (2500m<sup>2</sup>);

Les Modèles Numériques de Terrain (MNT) existant sur la Guadeloupe n'étant pas d'une précision suffisante (le MNT de l'IGN est au pas de 50 m), il était nécessaire de restituer outre l'information planimétrique, une information altimétrique sous forme de points cotés ou de courbes de niveau d'une équidistance adaptée.



*Figure 3 d: Carte des pentes du sud de la Basse Terre (CIRAD, 1991)*



### **3.3.5 Mise à jour par enquête sur le terrain à l'aide de planches au 1/10 000**

Ce travail est indispensable car il était demandé d'établir la situation à la mi-97 et non celle à la période des prises de vues (2eme trimestre 96)

### **3.4 Constitution du dossier et dépôt de la demande**

Le dossier et la demande de financement correspondants ont été présentés par la Direction de l'Agriculture et de la Forêt en comité technique local puis en comité de pilotage. Ils ont reçu un avis favorable de la part de ces deux instances le 22 mars 1996. Le conseil de Direction de l'ODEADOM en avait approuvé le principe de financement le 19 mars 1996.

Le Préfet de la Région Guadeloupe en a averti la Direction du CIRAD-CA et lui a demandé d'en prendre la maîtrise d'ouvrage.

Pour le choix du prestataire devant réaliser la couverture photographique aérienne de la sole bananière et la restitution informatisée (planimétrie et altimétrie), le CIRAD-CA a ensuite procédé à une mise en concurrence par appel d'offres ouvert établi en application du Code des Marchés Publics..

C'est la SCIAC ( Société de Cartographie Informatique et d'Aérophotogrammétrie Caribéenne) domiciliée à Sainte-Anne qui a été déclarée attributaire du marché suite à un classement intégrant des données administratives, techniques et financières.

### **3.5 Calendrier prévisionnel**

- a) Prises de vues aériennes stéréoscopiques au 1/20 000: nous avons recommandé de l'achever *en juin 1996* en raison de l'importante nébulosité intervenant par la suite.
- b) Stéréorestitution (planimétrie et courbes de niveau): *Juillet - décembre 1996.*
- c) Enquête terrain de mise à jour: *1er trimestre 1997.*
- d) Etablissement du Modèle Numérique de Terrain: *1er trimestre 1997.*
- e) Mise à jour de la base de données graphiques: *2eme trimestre 1997.*
- f) Produit cartographique et statistique final: *septembre 1997.*

**NB :** En raison de la charge de travail des enquêteurs, la première mise à jour terrain n'a pu être effectuée qu'aux 2eme et 3eme trimestres 1997. De plus, le volume des mises à jour complémentaires à effectuer par GPS étant plus important que prévu, la remise des produits cartographiques et statistiques initialement prévue en septembre 1997 s'est trouvée décalée d'environ 3 mois et a été effectuée le 22 décembre 1997 à Basse Terre.

## 4 - COUVERTURE PHOTOGRAPHIQUE AERIENNE

Elle a été effectuée par la SCIAC (Société de Cartographie Informatique et d'Aérophotogrammétrie Caribéenne) à partir d'un avion CESSNA 206 Turbo et s'est déroulée en plusieurs phases entre avril 1996 et mai 1997 en raison de la nébulosité rencontrée mais aussi de l'important développement de la sole cannière en Grande Terre nécessitant d'effectuer des survols complémentaires sur les secteurs nouvellement cultivés apparus après la première mission.

### 4.1 Zone d'étude.

La zone d'étude correspondait à l'ensemble de la Guadeloupe dite continentale à l'exception du Parc National.

A l'intérieur de cette zone, 4 secteurs ont été distingués

- a) le secteur 1 entre le nord de Petit-Bourg et le nord de Vieux-Habitants .
- b) le secteur 2 entre le nord de Vieux-Habitants et Deshaies.
- c) le secteur 3 correspondant à quelques sites isolés sur la Grande-Terre
- d) le secteur 4 situé au nord des secteurs 1 et 2 (extrême nord de la Basse-Terre)

### 4.2 Prises de vues aériennes en couleurs naturelles.

La prise de vues aériennes a été réalisée avec une chambre métrique ZEISS LMK 1000 munie d'un compensateur de filé.

La couverture aérienne a été établie au 1/20 000 (et quelquefois au 1/15 000 à un coût identique) en diapositives couleurs avec un recouvrement longitudinal de 70% et un recouvrement latéral suffisant (30 ou 35%) pour compenser l'effet des turbulences. Afin de conserver une échelle identique entre les différents clichés ainsi qu'à l'intérieur d'un même cliché, le plan de vol a été adapté aux contraintes imposées par les importantes dénivellations existantes (voir figures 4a et 4b pages 13 et 14)

Le secteur 1 a fait l'objet d'une couverture exhaustive réalisée pour l'essentiel en mai 96.

Les secteurs 2, 3 et 4 ne comportant que quelques îlots de banane, il a été convenu que les prises de vues ne seraient effectuées qu'au-dessus de ceux qui nous seraient signalés par les SICA, la DAF et le CIRAD-FLHOR. Certains îlots, en particulier sur le centre de la Grande Terre, ne nous ont toutefois été signalés que tardivement et ont nécessité de procéder à une *mission aérienne complémentaire* (passes 82 et 83 réalisées au 1:10 000 en mai 1997 de façon à s'affranchir de la couverture nuageuse). Les quelques champs de la Pointe des Châteaux avaient été survolés en novembre 1996 lors d'une mission spécifique au 1/10 000.

Enfin, quelques rares implantations récentes du nord Grande Terre n'ont pu nous être signalées avant la mission aérienne complémentaire et de ce fait n'ont pas été survolées.









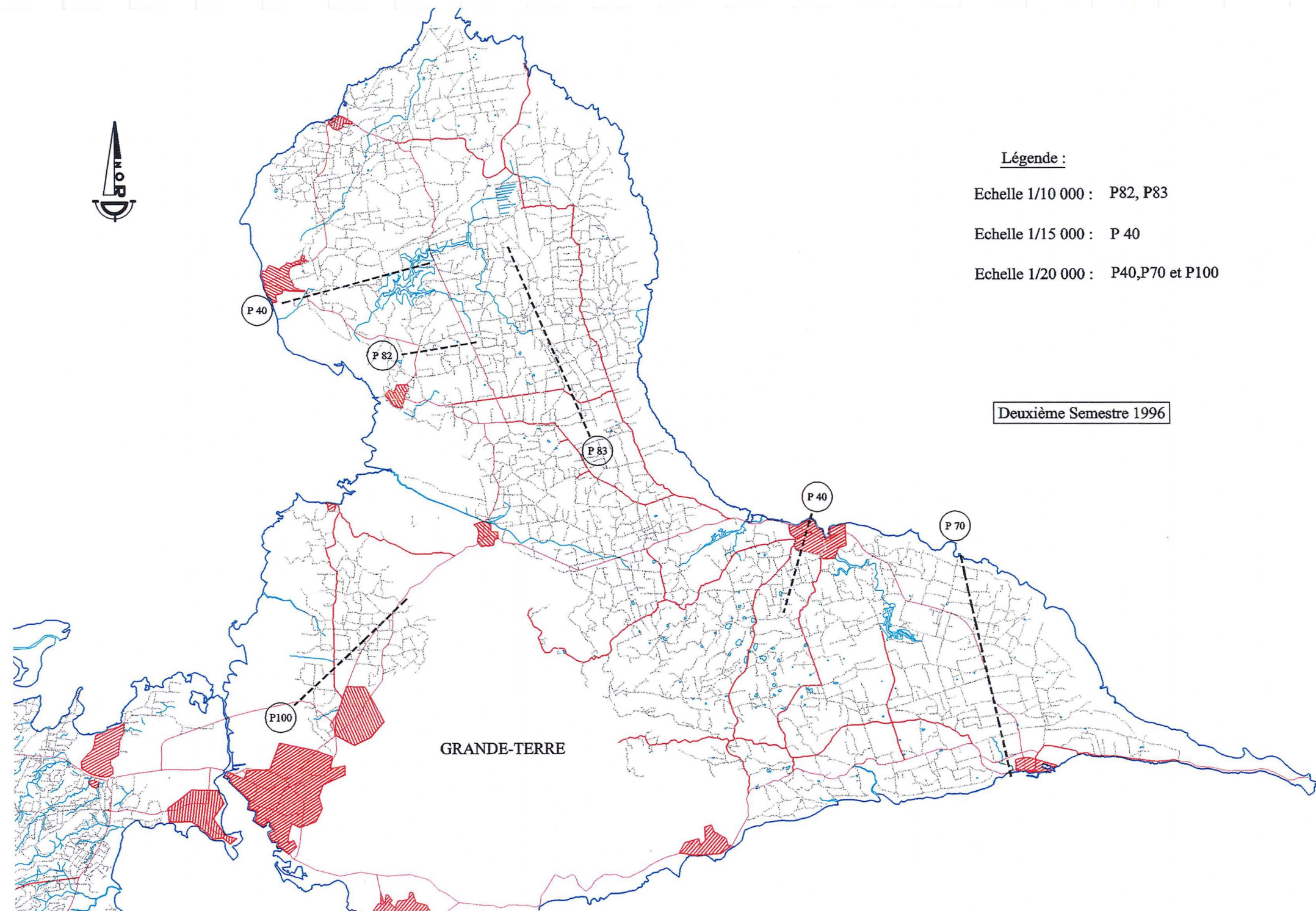
Légende :

Echelle 1/10 000 : P82, P83

Echelle 1/15 000 : P 40

Echelle 1/20 000 : P40,P70 et P100

Deuxième Semestre 1996











*Figure 4 d: Tirage contact du cliché 12 de la passe 8 au sud de Capesterre-Belle-Eau  
(Comparer avec image SPOT sur la même zone, figure 3c )*

*Echelle originale: 1/15 000*

*Echelle du document: environ 1/17 500*

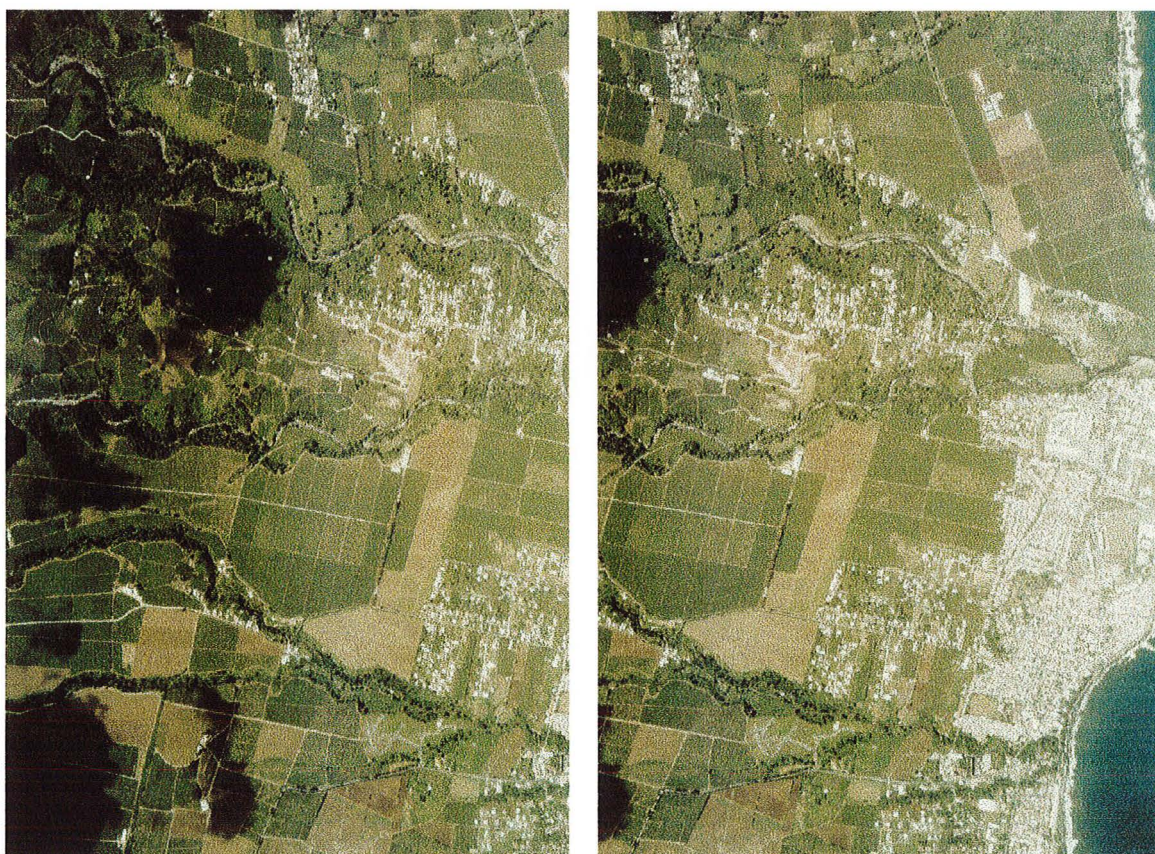


## 5 - STEREORESTITUTION ANALYTIQUE

La photogrammétrie consiste à fournir des mesures précises sur la forme et la position des objets à partir de photographies, après les avoir corrigées des déformations dont elles sont affectées. La restitution analytique est une des méthodes de la photogrammétrie. C'est un procédé qui utilise des couples de photos prises sous des angles légèrement différents pour produire un modèle tridimensionnel du terrain qui est alors utilisé pour élaborer des cartes topographiques. Afin d'obtenir des résultats fiables, il est nécessaire de connaître les coordonnées XYZ de plusieurs points de référence par couple. La phase d'acquisition de ces données s'appelle la stéréopréparation. L'ensemble des travaux a été effectué par la SCIAC

### 5.1 - Stéréopréparation:

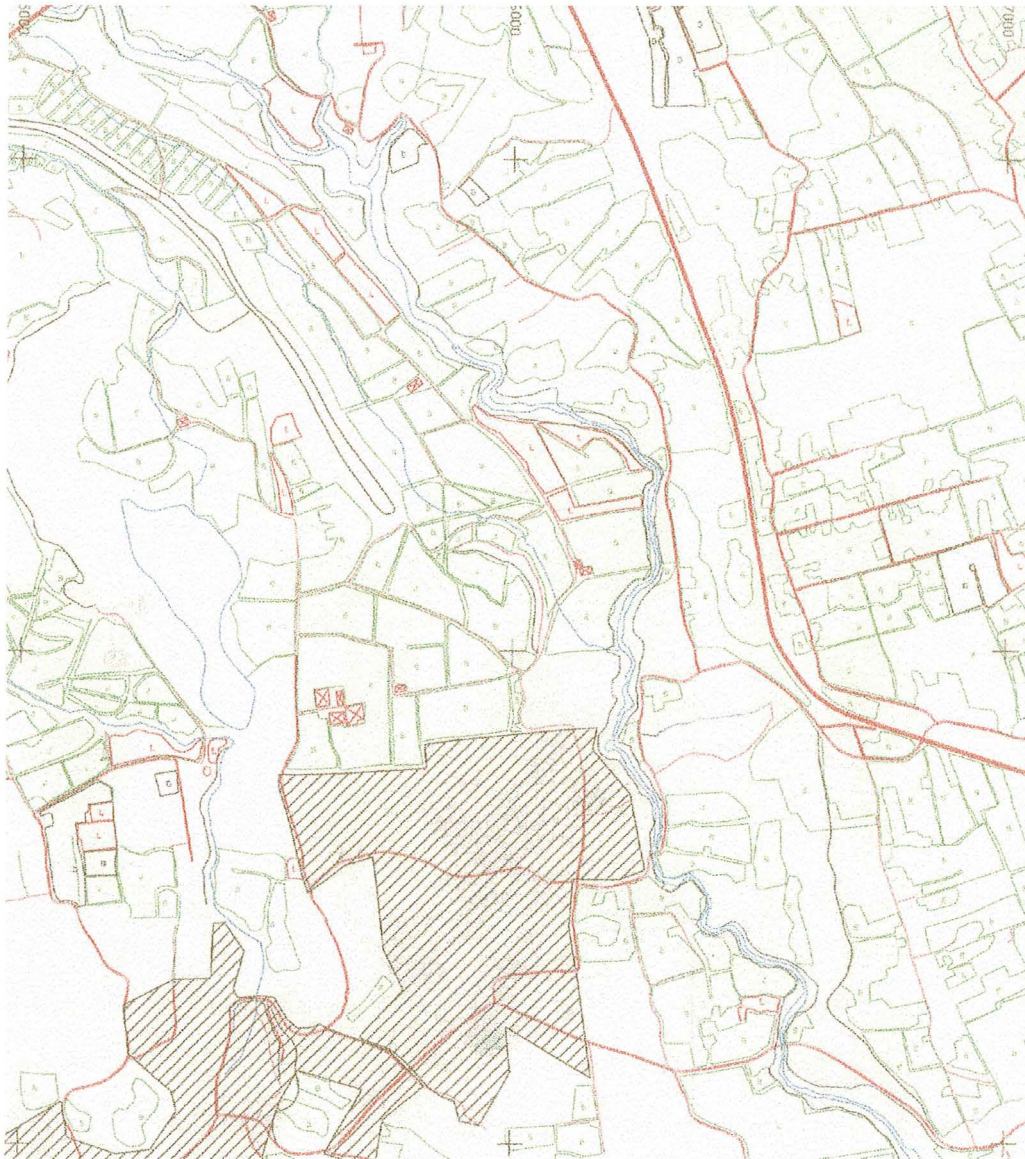
Elle a été effectuée en 3 dimensions à partir de points de calage dont une partie (calage de la bande de vol) a été relevée au sol à l'aide de deux GPS géodésiques et le complément calculé par aérotriangulation. Afin de restituer l'ensemble du parcellaire bananier avec une précision de  $\pm 1\text{m}$  dans les 3 dimensions, des points de calage complémentaires au sol ont été relevés en XYZ dans les quelques îlots de banane des secteurs 2, 3 et 4 excepté pour les parcelles de pente négligeable déjà cartographiées en 1995 dans le cadre du projet "connaissance et suivi de la sole cannière".



*Figure 5 a: Un des 170 couples stéréoscopiques (zone de Capesterre Belle Eau)*



## 5.2 Nature des couches d'information.



*Fig 5 b: Restitution de la stéréointerprétation au format dxf (région nord de Trois-Rivières)*

*En rouge épais, mince ou pointillé: les voies de communication en 3 catégories*

*En bleu : les cours d'eau permanents*

*En noir hachuré: le bâti*

*En vert: les différents parcellaires ( banane, canne, divers et labours)*

La base de données graphiques devant être structurée pour être exploitée dans un SIG, ceci impliquait qu'à l'intérieur de chaque couche spécifique, chaque élément soit individualisé et puisse être associé à une base de données alphanumériques

La restitution au 1/5 000 a donc fait apparaître sur des couches spécifiques avec une précision de  $\pm 1\text{m}$  (EMQ) l'information planimétrique et altimétrique dont la nature est précisée ci-dessous :

## Secteur 1:

### *planimétrie:*

- |  |   |
|--|---|
| - Bananeraie                               | ( taille supérieure ou égale à 2500m2). |
| - Canne à sucre                            | ( “ ” “ ” )                             |
| - Autre culture (ananas, maraîchage etc..) | ( “ ” ” “ )                             |
| - Labour                                   | ( “ ” ” ” )                             |
| - Jachère                                  | ( “ ” “ ” ).                            |
- 
- bâtiments agricoles
  - cours d'eau ( excepté ravines) et mares .
  - routes nationales ;
  - autres routes bitumées;
  - chemins desservant les parcelles restituées
  - lignes haute-tension
  - centres urbains des communes (bourgs).
  - bords de côte.

Pour le réseau hydrographique, les voies de communication, les bords de côte et les lignes haute-tension, chaque élément est constitué d'une ligne continue figurant son axe principal excepté pour les cours d'eau importants où les deux rives sont représentées par deux lignes continues. Le tracé des voies de communication principales n'est pas interrompu à l'intérieur des centres urbains des communes.

Pour toutes les autres couches d'information, chaque élément est constitué d'une polyligne fermée.

### *Altimétrie.*

L'altimétrie est représentée par des courbes de niveau d'une équidistance de 5 mètres sur des couches spécifiques correspondant aux différentes altitudes (couches isométriques) et en continuité sur l'ensemble du domaine cartographié (en dehors des centres urbains des communes de bord de mer et de la zone des monts Caraïbes au nord de Vieux-Fort)

Dans les agglomérations de l'intérieur, le tracé des courbes de niveau est toutefois effectué mais avec un degré de précision moindre, le but étant simplement d'assurer la continuité des courbes pour les futures interpolations à effectuer, lors de la création d'un MNT;

Les courbes de niveau sont représentées par une ligne continue cotée en altitude. Elles sont au nombre de 8000. Il y figure également sur des couches spécifiques les lignes caractéristiques telles que thalwegs et lignes de crête.

L'information altimétrique a été fournie sous la forme d'un fichier ASCII de points extraits des courbes de niveau cotées (1/4 des points environ) et de points remarquables tels que angles de parcelles, sommets, buttes ou carrefours. Lorsqu'une parcelle n'est pas coupée par au moins deux courbes de niveau, il a été fourni 4 points cotés pour permettre d'évaluer sa pente



### Secteurs 2 et 3:

*Planimétrie:* mêmes couches et même précision que pour le secteur 1 mais n'ont été restitués que les éléments visibles sur les clichés issus des prises de vues effectuées au-dessus des îlots cultivés retenus en accord avec la DAF de Guadeloupe. Par contre, afin d'assurer la continuité avec les secteurs 1 et 4, l'ensemble des voies de communication bitumées a été restitué sur tout le secteur 2 après numérisation de ces éléments sur la carte au 1/25 000. Leur précision de localisation est donc inférieure à celle des autres éléments cartographiés (de l'ordre de 5m au lieu de 1m). De plus, la route de la traversée a été intégralement restituée. De la même façon, les bords de côte ne figurant pas sur les clichés ont été également restitués après numérisation précise à partir des cartes au 1/25 000.

*Altimétrie:* les courbes de niveau (équidistance 5m) ont été fournies uniquement à l'intérieur des zones cultivées cartographiées ainsi qu'entre deux zones cultivées si celles-ci sont distantes de moins de 100m.. Dans le cas de parcelles trop petites, des points cotés ont été fournis.

### Secteur 4.

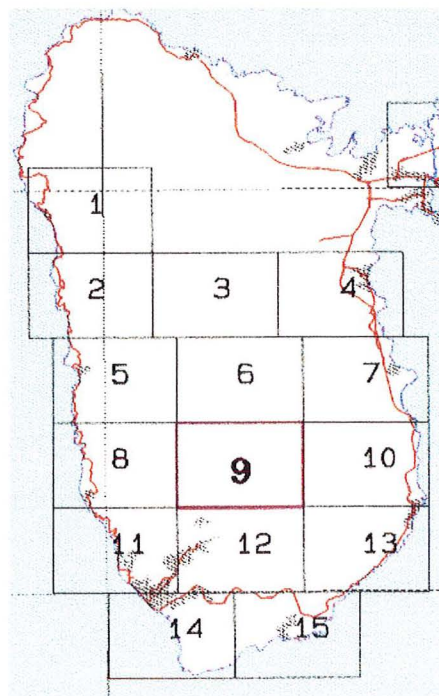
*Planimétrie:* les très rares parcelles de banane existantes en 1995 dans le bassin cannier de Nord Basse-Terre ont déjà été cartographiées et restituées fin 1995 dans la couche "maraîchage et divers". Il n'a été restitué aucune autre parcelle puisque ce secteur n'a pas fait l'objet d'une couverture aérienne en 1996. A noter que la précision de localisation sera limitée à 1,5m puisque le calage des photos de la mission 1995 a été réalisée à partir des points du cadastre.

*Altimétrie:* Les courbes de niveau seront fournies uniquement à l'intérieur des parcelles de banane ou entre deux parcelles de banane distantes de moins de 100m.

## **5.3 Produits de la stéréorestitution**

Le fichier global issu de la stéréorestitution a été livré par la SCIAM en février 1997 au format dxf selon un découpage en dalles de 6 km par 8,5 km. Il a été complété par un jeu de planches au 1/10 000 sur papier établi sur la même base.

La figure 5b page 18 montre un extrait de la planche 15



*Figure 5 c : tableau d'assemblage des planches au 1/10 000 sur la Basse Terre*



## 6 - PREMIERE MISE A JOUR DE L'OCCUPATION DU SOL.

Rappel: A ce stade, apres importation sous Arc-Info de toutes les couches dxf stéréorestituées (cf chapitre 5), il aurait été possible de fournir une première cartographie de la situation au moment des prises de vues soit à la mi-96 pour la plupart des secteurs (figure 6 a)



*Figure 6.a :Couverture Arc-Info et cartographie de la situation à la période des prises de vues (mi-96) - Région de Capesterre-Belle-Eau*

Toutefois, puisque l'on voulait disposer en final de la situation à la mi-97, une enquête complémentaire était indispensable. De plus, il était intéressant de pouvoir faire la distinction entre les bananes légume et les bananes dessert ou encore entre les bananeraies bien entretenues et celles en cours d'abandon, chose impossible à effectuer par stéréointerprétation



Figure 6 b: Bananeraie de montagne de haute taille (variété Poyo avec adventices)



## 6.1 Organisation de l'enquête terrain.

Dans cette optique, une réunion préparatoire a été organisée par le *Service d'Economie Agricole* de la Direction de l'Agriculture et de la Forêt le 25 mars 1997. Afin que les enquêteurs puissent également commencer à renseigner la base de données planteurs il a été demandé par la DAF et les SICA:

- de créer deux nouveaux champs attributaires “ *nom de l'exploitant*” et “ *type de culture*” dans le fichier associé à chaque parcelle:
- de procéder à la numérotation de l'ensemble des parcelles et de faire figurer le numéro à l'intérieur de chacune d'entre elles au lieu et place de la lettre désignant l'occupation du sol.

## 6.2 Elaboration de documents d'enquête au 1/5 000:

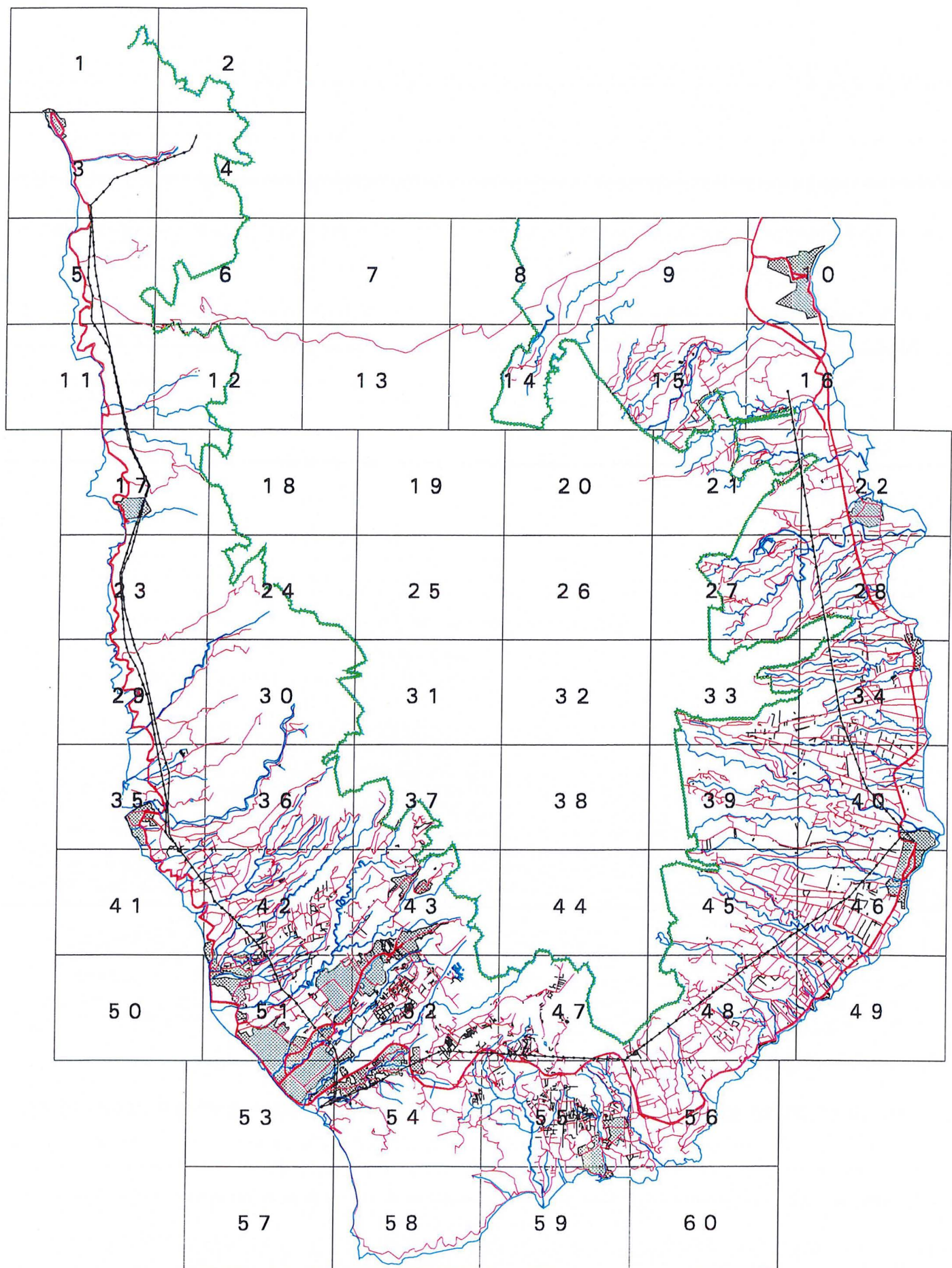
Il était donc nécessaire au niveau des documents d'enquête:

- d'accompagner chaque planche par deux listings, l'un permettant de connaître les numéros des parcelles d'une planche donnée, l'autre donnant le numéro de la planche où se trouvait une parcelle donnée (figure 6c)
- de fournir aux enquêteurs des documents au 1/5000 par subdivision des dalles au 1/10 000 issues de la stéréorestitution afin d'assurer une bonne lisibilité de la numérotation (fig 6d).
- de figurer l'occupation du sol d'une parcelle différemment. Nous avons donc choisi d'utiliser des contours de couleurs différentes (Figure 6e).

Planche	Parcelle	Surface	Type
3	7	2189.000	1
3	8	11470.000	1
3	9	1076.000	1
3	10	2635.000	1
3	11	4288.000	1
4	1	2205.000	1
4	2	1546.000	1
4	3	8499.000	1
4	4	8423.000	1
4	5	2919.000	1
4	6	2545.000	1
4	10	1515.000	1
5	12	40562.000	5
5	13	8045.000	5
5	14	24158.000	1
5	15	14101.000	4
5	16	13192.000	1
5	17	5360.000	5
9	18	6884.000	4
12	190	70509.000	5
14	97	71192.000	4
14	157	16422.000	1
14	158	26220.000	1

Parcelle	Surface	Type	Planche
1	2205.000	1	4
2	1546.000	1	4
3	8499.000	1	4
4	8423.000	1	4
5	2919.000	1	4
6	2545.000	1	4
7	2169.000	1	3
8	11470.000	1	3
9	1076.000	1	3
10	2635.000	1	3
10	1515.000	1	4
11	4288.000	1	3
12	40562.000	5	5
13	8045.000	5	5
14	24158.000	1	5
15	14101.000	4	5
16	13192.000	1	5
17	5360.000	5	5
18	6884.000	4	9
18	8692.000	4	15
19	6785.000	2	15
20	6975.000	3	15
21	2750.000	1	15

*Figure 6 c: Extraits des fichiers de parcelles classées par numéro de planche au 1/5 000 (à gauche) ou de parcelle (à droite)  
Le type représente l'occupation du sol dont le codage est donné dans le tableau 10.a*



*Figure 6.d: Tableau d'assemblage des planches au 1/5 000 sur le centre et le sud Basse Terre*



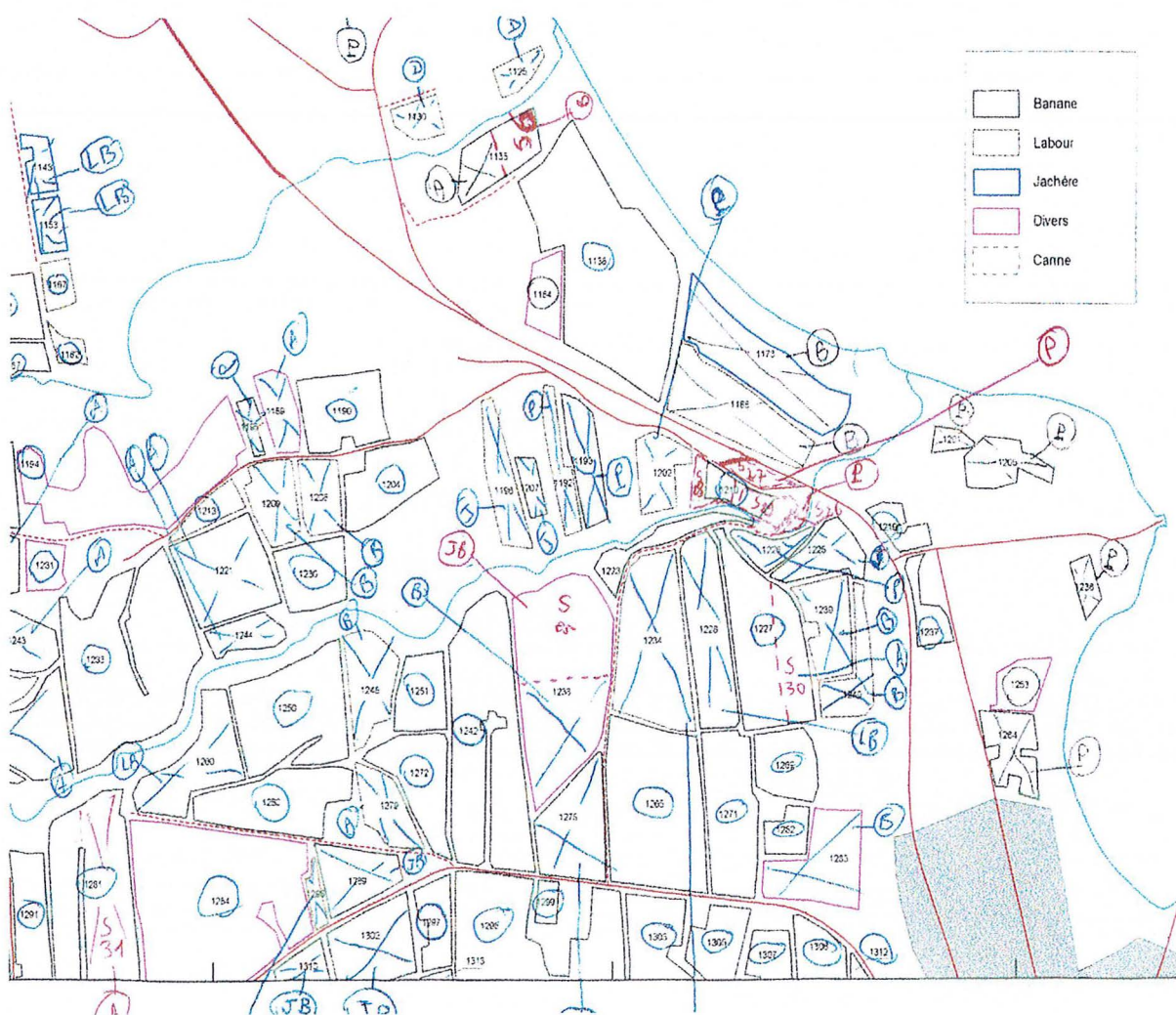
## 6-2 Déroulement de l'enquête et produits restitués

Le travail de contrôle s'est déroulé sur une période plus longue que prévue en raison des difficultés d'accès à certaines parcelles mais aussi de repérage sur un parcellaire sans éléments topographiques autres que les voies de communication.

Ce travail a été effectué grâce à la participation active des techniciens des Groupements de Producteurs et de la Chambre d'agriculture.

Il a débouché sur la remise des planches renseignées (figure 6e) et de listings associés (fig 6f)

Les 20 premières planches ont été remises le 27 juin et les dernières le 25 septembre 1997.



	PL	N°	SURF	YP	B	C	LB	L	JB	J	P	REMARQUE
	54	5976	3381	4						X		Savane
	54	5977	12042	1	X							id
	54	5978	2529	4						X		Savane
	54	5983	2084	4						X		Savane
	54	5984	34296	4						X		Savane
	54	5991	4153	5						x		Savane
	54	5996	3022	4						x		Jardin Créole
X	54	5998	2379	4						X		Bois
X	54	5999	11272	4						x		Bois
X	54	6002	55056	4						X		ZAC
	54	6004	4737	1	X							
	54	6010	2572	4	X				X			Abandon
	54	6011	4517	3							X	Cult. Jil'mère.
	54	6014	4821	4						X		Savane
	54	6018	11899	4						x		<del>Abandon</del> Savane + Bois
	54	6020	2446	1	X							Abandon
	54	6025	2805	4						X		Savane Habitation
	54	6026	2680	4						X		Savane
	54	6028	46833	4						X		ZAC
	54	6036	2822	1	X							
	54	6038	1034	4						X		Jardin Créole
X	54	6040	19271	4							X	Cult. Marichites
	54	6045	4485	4							X	Savane.
	54	6046	6958	4						x		
	54	6051	3135	5							X	Cult. d'Ananas
	54	6052	3090	4						X		Savane.
	54	6056	1379	1	X							
	54	6058	5571	4						X		Savane Habitation
	54	6059	27513	4							X	Savane.

Figure 6f : extrait d'une fiche d'information renseignée dans une zone en pleine mutation  
(la colonne "exploitant" n'apparaît pas)



### 6.3 Conséquences sur les opérations de mise à jour à effectuer.

Les informations qui figuraient sur les planches renseignées ont permis de mettre en évidence deux types d'opérations de mise à jour:

*a) la mise à jour "attributaire" de la base de données graphiques lorsqu'il y avait eu changement de l'occupation du sol d'une parcelle existante.*

Ceci incluait les abandons et les disparitions de parcelles (travaux routiers, construction ..)  
Ce travail a été effectué sous Arc-info, planche par planche au fur et à mesure de leur livraison.

*b) la localisation des parcelles ayant changé de forme ainsi que des implantations nouvelles apparues sur défriche.*

Ces nouvelles parcelles (figure 6g) ou limites de parcelles, bien qu'ayant été dessinées avec soin, ne pouvaient de cette façon être localisées avec la précision requise pour le projet (1m). La mise à jour cartographique définitive ne pouvait donc pas être réalisée immédiatement.



*Figure 6 g: parcelle de banane ouverte sur Grande Terre depuis les prises de vues aériennes*

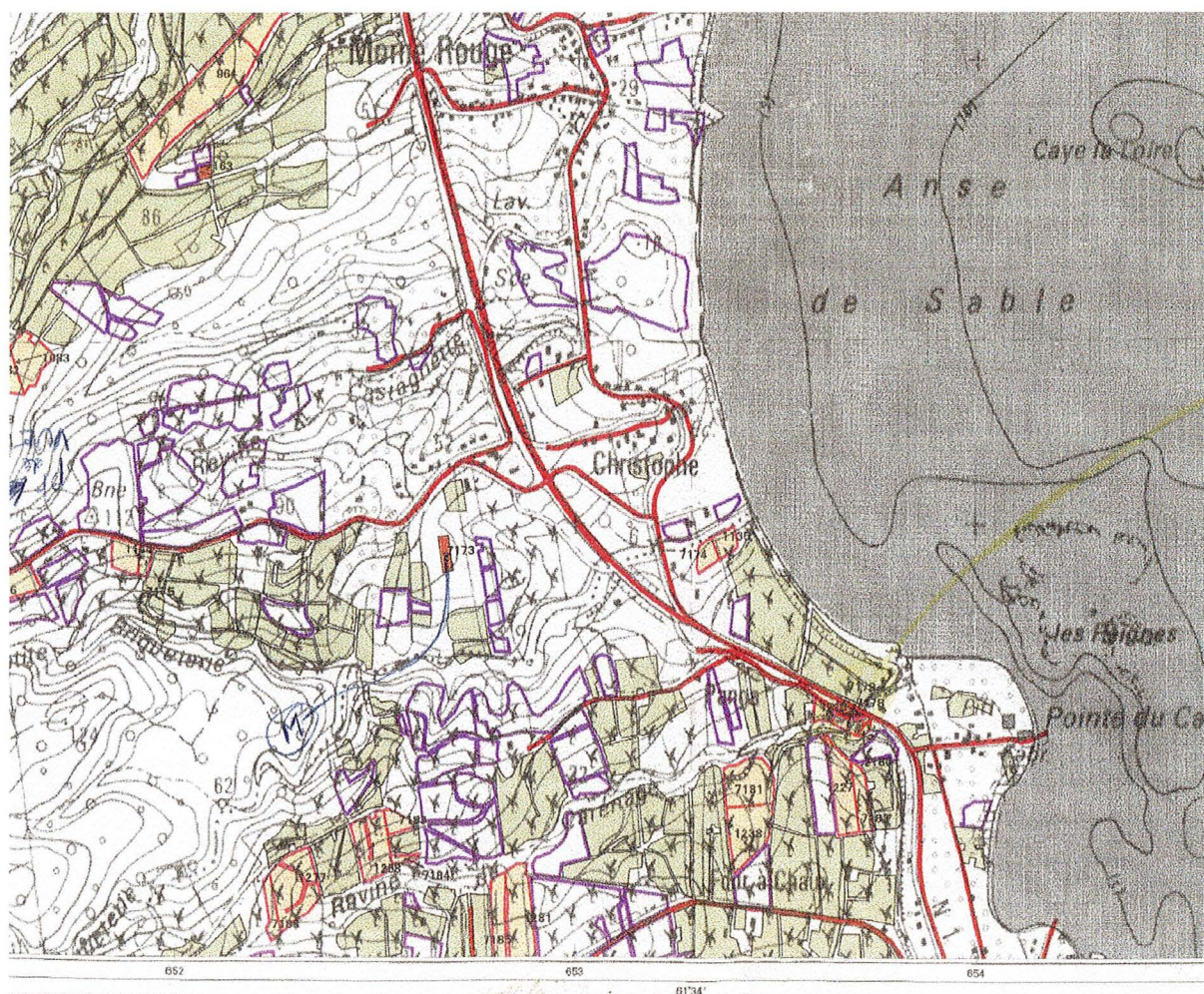


Pour y remédier efficacement , il était nécessaire de procéder en deux temps:

a) confection de documents d'enquête complémentaires mettant en évidence par coloriage les parcelles concernées telles que positionnées par les enquêteurs et permettant un repérage rapide grâce à *l'introduction du fond topographique issu des scans IGN d'EDR 25* (figure 6 h)

b) *mesures et positionnement* avec une erreur maximale de 1m en XYZ dans le système de projection utilisé (UTM fuseau 20 ).

Les *mesures* de longueur (côtés des parcelles) auraient pu être effectuées au topofil avec la précision suffisante mais *le positionnement* à 1m près dans l'espace géographique de référence ne pouvait être réalisé qu'au moyen d'outils de précision. Il a été décidé pour ce faire de recourir à un système GPS fonctionnant en mode différentiel (cf chapitre 7).



*Figure 6 h: Exemple de document d'enquête préparé spécialement pour les relevés GPS à partir des planches renseignées et mettant en évidence sur fond IGN:*

*.en vert le parcellaire bananier inchangé*

*.en jaune les parcelles ayant changé de forme ou récemment implantées  
(comparer avec la figure 6 e sur la même zone de GOYAVE Sud)*

*(autorisation IGN N° 32 333)*



## 7 - RELEVES GPS EN MODE DIFFERENTIEL

Nous avons sélectionné le GPS TRIMBLE PRO XR avec carnet de terrain renforcé en étanchéité en raison des violentes et soudaines précipitations souvent rencontrées.

Du fait qu'il n'existait pas, à notre connaissance, de station de référence susceptible de fournir les corrections à appliquer sur les mesures de distances aux satellites, le système a été complété par un récepteur en poste fixe (Community Base Station, CBS) ayant pour fonction de générer ces corrections et autorisant ainsi de travailler en mode différentiel.

L'ensemble permet d'accéder à une erreur inférieure au mètre en mesure instantanée avec une dégradation de 10 cm tous les 100 km. Il est capable de mémoriser jusqu'à 90 000 positions en configuration standard

La mise en route de ce système, qui constituait donc une première en Guadeloupe, a été effectuée lors de la mission réalisée par Gérard Lainé du 3 au 18 novembre 1997.

### 7.1 Installation d'une base de référence à la station de Roujol (CIRAD-CA) à Petit-Bourg

Les calculs ont montré que la situation de Petit-Bourg constituait une bonne implantation pour que la CBS reste en permanence en visibilité des mêmes satellites que ceux utilisés par le GPS sur le terrain.

L'expédition de la base CBS et de l'antenne a été effectuée un mois auparavant de façon à permettre l'installation de l'antenne sur le toit d'un des bâtiments du CIRAD-CA à Roujol ainsi que sa liaison à un microordinateur abritant le logiciel de gestion de la base proprement dite. Cette installation a été effectuée avec l'aide de Richard Baran, responsable de la station que nous remercions également pour l'aménagement et la mise à disposition d'une partie de la salle de réunion pour abriter cette station de référence.



*Fig 7.a*

*Système de fixation  
amovible de l'antenne  
de la CBS  
à la station de Roujol,  
Petit-Bourg  
(CIRAD-CA)*



## 7-2 Formation

Elle a été assurée les 4 et 5 novembre 1997 à Petit-Bourg par la société D3E, distributeur Trimble en France.



*Figure 7 b: Initiation aux techniques de levés par GPS différentiel.( 5-11-97)*

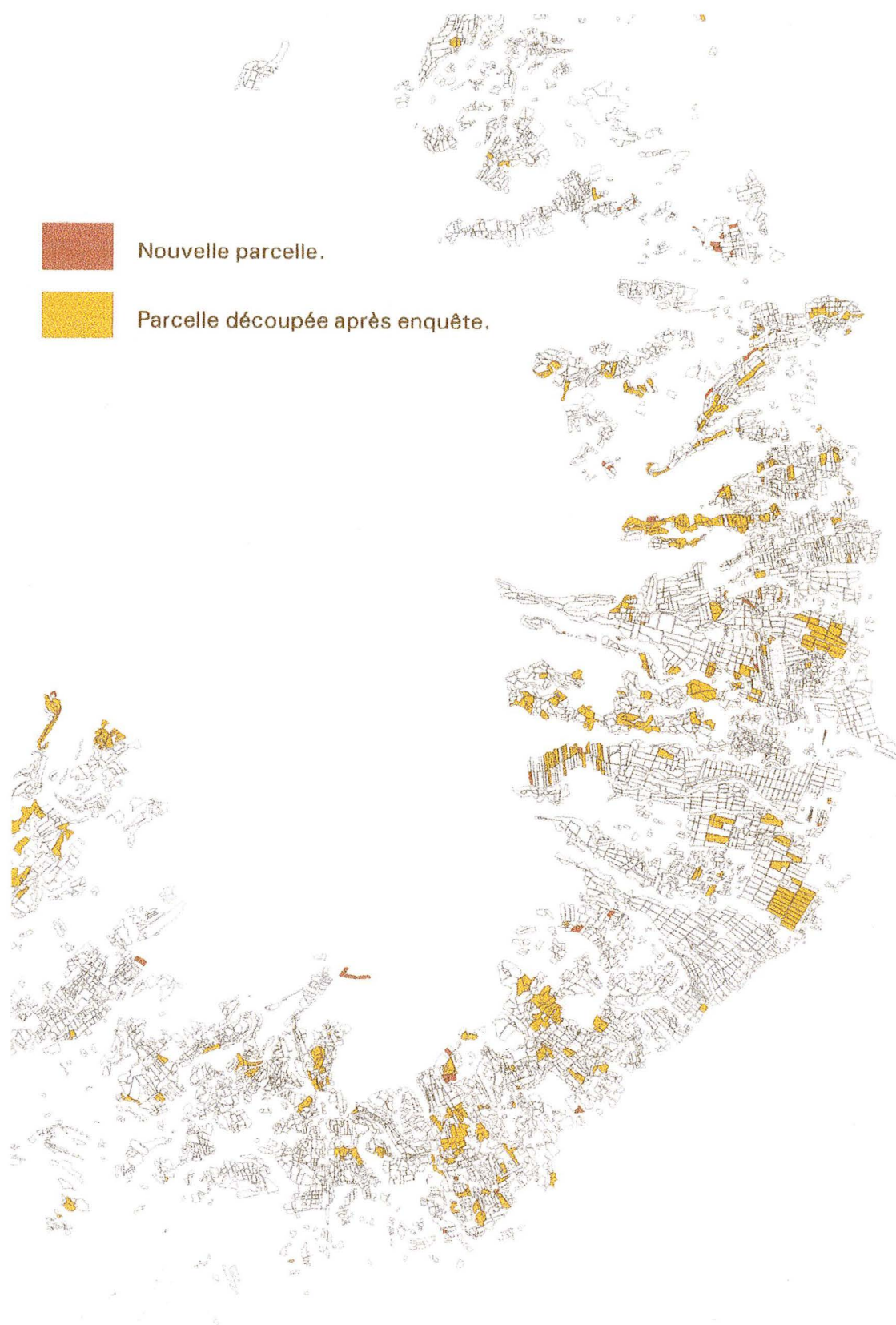
Le programme incluait:

- principes théoriques de fonctionnement d'un système GPS
- mode différentiel (code et phase)
- utilisation des logiciels Path Finder Office ( avec conception d'un dictionnaire d'attributs spécifiques au projet) et PFCBS
- différentes étapes d'une campagne de levé terrain.
- configuration du récepteur GPS
- traitement des données et exploitation des résultats ( visualisation, impression,exportation)
- calage de la station de référence à partir de points géodésiques.

## 7.3 Mesures GPS de terrain

La localisation des parcelles à visiter, que ce soit pour des changements de limite, de forme (en jaune) ou une ouverture (en rouge) est donnée figure 7 c pour le centre et le sud de la Basse Terre.





*Figure 7 c: Localisation des parcelles du Sud Basse Terre nécessitant d'effectuer un relevé GPS suite à un changement de forme ou une ouverture entre mi- 96 et mi-97*



La planification des opérations a été effectuée le 6-11-97 lors d'une réunion de présentation des résultats provisoires et du système GPS dans les locaux des groupements de producteurs à Basse Terre que nous remercions pour la mise à disposition de véhicules pendant la mission de relevés ainsi que pour la disponibilité de leurs techniciens. La plupart des relevés ont été effectués sans difficultés majeures mais plusieurs points méritent toutefois d'être notés:

- la coupure de la route côtière au niveau de Capesterre Belle- Eau suite à des conflits sociaux a considérablement ralenti les opérations et n'a pas permis de mettre à jour une vingtaine de parcelles signalées par les enquêteurs mais auxquelles il a été impossible d'accéder. Il en a été de même pour une dizaine de parcelles ouvertes depuis peu au nord de la Grande Terre
- la proximité d'importants rideaux d'arbres a quelquefois nécessité de procéder aux relevés de certaines limites de parcelles le long d'un trajet décalé d'une dizaine de mètres.(fig 7d)
- le couvert bananier lui-même peut gêner la réception mais ce problème peut être résolu facilement en utilisant une canne télescopique.



*Figure 7 d :*

*Zone pionnière  
en lisière de forêt  
sur fortes pentes*

#### **7.4 Calculs différentiels et exportation**

Ce sont des opérations de bureau qui doivent être effectuées le plus souvent possible pour éviter une éventuelle perte d'informations .

Après avoir effectué les calculs différentiels, on procède à l'exportation des fichiers au format désiré (ici Arc/Info Unix). Ces opérations ont été effectuées chaque soir à la station de Roujol du CIRAD-CA avec l'aide de Philippe Feldmann, chercheur au programme canne à sucre que nous remercions pour sa collaboration.

Toutefois, l'opération d'exportation nécessite d'avoir auparavant spécifié un certain nombre de paramètres en particulier les paramètres de transformation entre le système WGS 84 utilisé par le GPS et le système local de projection utilisé.

Dans le cas précis de la Guadeloupe, il s'agissait donc de déterminer les paramètres dx, dy et dz permettant de passer des coordonnées en WGS 84 aux coordonnées planes UTM 20 (Ellipsoïde international Hayford 1909). On utilise pour ce faire, dans le logiciel Path Finder, le module gestionnaire du système de coordonnées .





*Figure 7 e:*

*Relevés GPS  
dans la région  
de GOYAVE*

*en haut: parcelle de forte  
pente en bordure de ravine*

*en bas: géoréférencement  
et mesures avec GPS en  
mode différentiel*



La figure ci-dessous illustre cette mise à jour de parcelles cultivées au nord-est de Baie-Mahault au lieu-dit “Birmingham” où de nombreux bouleversements sont intervenus non seulement entre la période de prises de vues et le contrôle effectué par les techniciens à la mi-97 mais aussi entre le moment où nous avons localisé les parcelles à mesurer au GPS (figure 7f) et celui où les mesures GPS ont été effectuées en novembre 1997 (figure 7g).

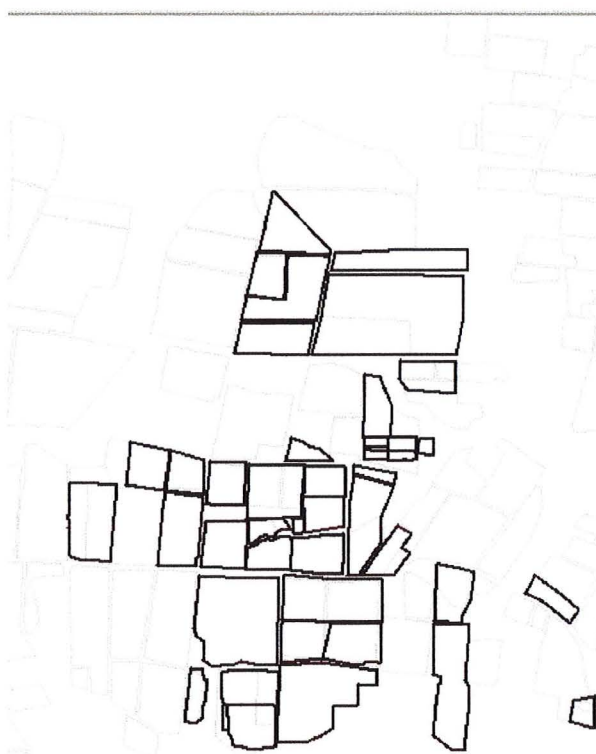


Figure 7 g: résultats des mesures GPS  
après corrections différentielles  
et transformation en UTM 20



Ci-dessous, un agrandissement de la mise à jour par GPS dans un autre secteur:

- Nouvelle parcelle englobant deux anciennes et une partie d'une troisième
- Découpage d'une ancienne parcelle en plusieurs nouvelles, on remarque que le contour commun entre nouvelle et ancienne parcelle diffère légèrement. Cette variation est due à la combinaison de l'erreur de positionnement d'un mètre maximum inhérente au relevé par GPS, de l'erreur d'appréciation de la limite parcellaire lors de l'opération de stéréorestitution et de l'éventuelle modification intervenue au niveau de la bordure



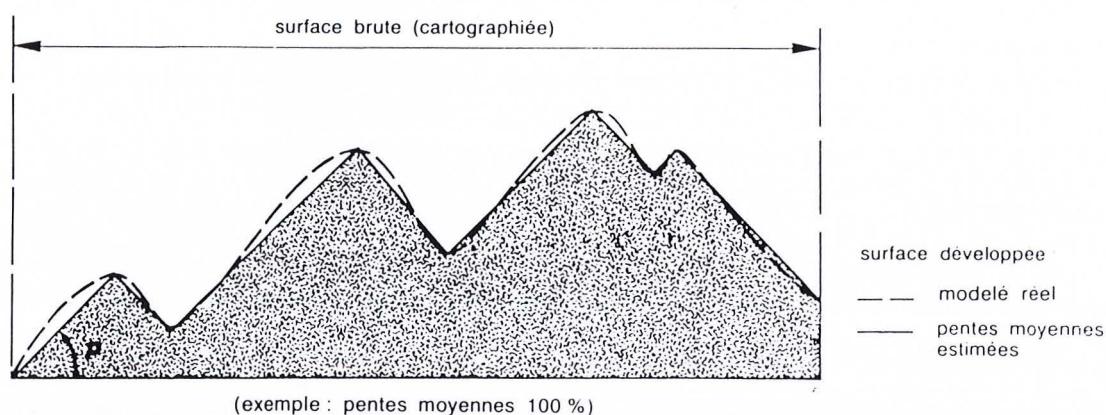


## 8 - CALCUL DU MODELE NUMERIQUE DE TERRAIN (MNT).

L'obtention de surfaces de grande précision sur des reliefs accidentés nécessite l'utilisation d'un MNT. En effet, les surfaces obtenues après interprétation de photographies aériennes sont des surfaces projetées. Pour obtenir des surfaces réelles, nous devons calculer les surfaces développées le long du relief.

Pente moyenne %	Longueur développée
0	1
4	1,003
8	1,005
15	1,012
32	1,045
60	1,165
100	1,414
(150)	(1,8)

*Tableau 8 a : Rapport entre longueur développée et longueur projetée en fonction de la pente (pour une longueur projetée de 1).*



*Figure 8 a: Relation entre surface brute et surface développée ( J.L DIZIER, O.LEO, BDPA),*

### 8.1 Création du MNT

Nous avons créé un MNT à partir des données descriptives du relief fournies par la SCIAC..

La qualité et le volume très important des données de départ nous ont obligé à utiliser une méthode permettant de gérer tous les éléments en notre possession. De nombreux critères nous ont conduit à choisir la méthode de triangulation TIN (Triangulated Irregular Network) dans le logiciel ARC INFO. Ces critères font intervenir les temps de calculs, la conservation des données d'origine, la création de surfaces de pente homogène, la prise en compte des crêtes, talwegs et sommets lors du calcul du MNT et enfin l'obtention d'un ensemble continu de surfaces tridimensionnelles.



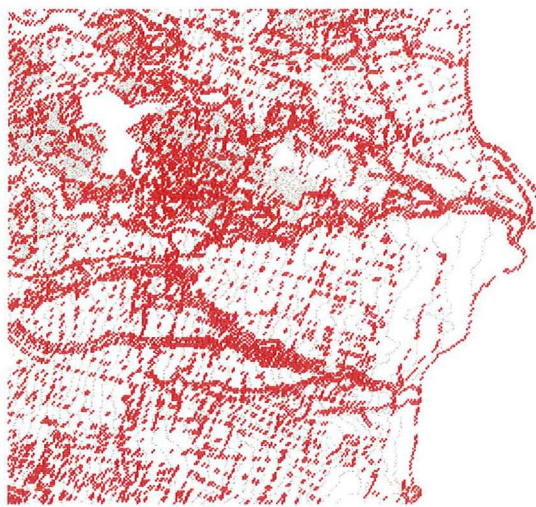
A partir des données initiales, la création du MNT s'est faite par étapes :

- Mise en place des courbes de terrain cotées (figure 8 b).
- Ajout des points cotés (figure 8 c)
- Ajout d'éléments caractéristiques du relief (talwegs, crêtes, sommets, falaises, etc.) (fig 8 d)
- Calcul du TIN (figure 8 e).

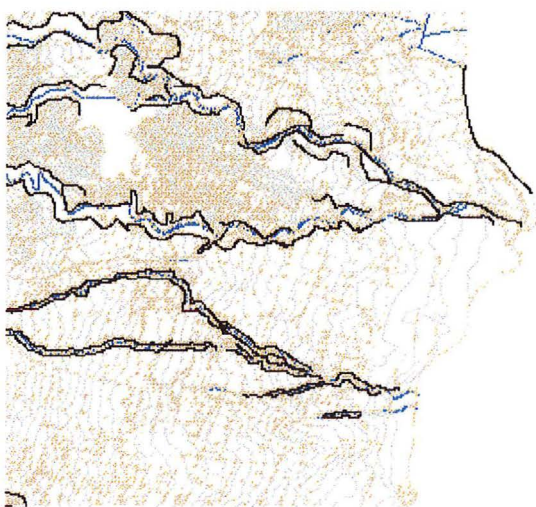
Exemple :      *Région de Capesterre Belle Eau*



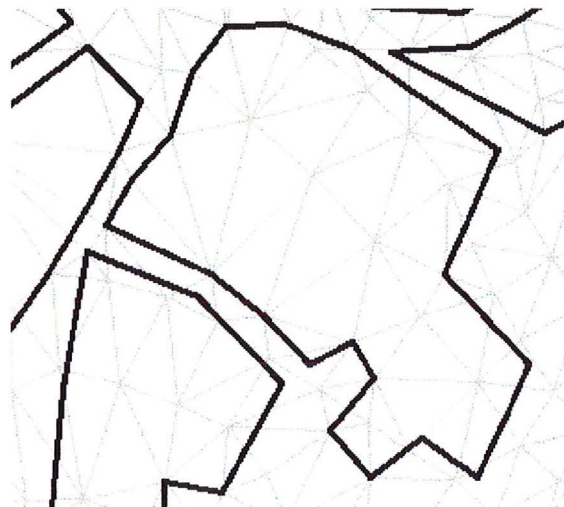
*Figure 8 b : courbes de niveau*



*Figure 8 c : points cotés*



*Figure 8 d : éléments caractéristiques  
( en noir)*



*Figure 8 e : MNT ( triangles gris)  
et parcellaire (en noir)*



## 8.2 Qualité du MNT et validation

On doit se demander quelle est la qualité du MNT: ceci n'est pas simple car il est difficile de quantifier une donnée telle que le MNT. Il faut auparavant identifier les critères de qualité qui permettent de caractériser un MNT..

Le relief que nous essayons de représenter est une surface que nous connaissons très bien. Nous la cotoyons journallement. C'est cette familiarité qui nous rend si exigeant, le MNT n'étant jamais assez fin et précis pour satisfaire notre vision de l'environnement. Nous devons donc nous attacher à quantifier cet fidélité à la réalité. Le choix de la résolution et du type de calcul du MNT découlent de cette volonté de qualité.

Les points cotés et les courbes de niveau ont été restitués par stéréorestitution à partir de photographies à grande échelle autorisant une précision de l'ordre du mètre dans les trois dimensions. De plus les données sont modulées en fonction du terrain c'est à dire que le nombre de points augmente avec un relief accidenté et diminue en zone plate ou sur pente régulière. L'échantillonnage irrégulier que nous avons choisi d'utiliser en prenant TIN permet en effet une grande adaptation au relief, contrairement à une maille régulière qui ne prend pas en compte la nature irrégulière du modelé du terrain, bien qu'elle possède de nombreux avantages (stockage simplifié, visualisation directe).

Le critère de qualité le plus souvent utilisé est de comparer l'altitude calculée dans le MNT avec l'altitude réelle sur le terrain. Si le contrôle de ce critère est assez facile à mettre en jeu, nous l'avons d'ailleurs utilisé pour validation, il ne permet cependant pas de conclure définitivement quant à la qualité du MNT. En effet, d'autres critères entrent en compte dans la représentation du relief. La pente, par exemple, est un facteur déterminant et très souvent utilisé dans des applications. Cependant l'évaluation de la pente est pratiquement impossible à réaliser, parce que la notion de pente n'a de sens qu'à une échelle donnée et non pas dans l'absolu comme l'altitude.

En résumé, si l'analyse des altitudes du MNT est un critère lorsque l'on quantifie la qualité du produit, les conclusions ne peuvent être tirées sans l'emploi d'autres paramètres structurants du terrain. Ainsi, l'introduction et la prise en compte dans la création du MNT de ligne de crêtes, de talwegs, du réseau hydrographique et plus généralement d'éléments représentatifs du terrain permettent d'augmenter de manière importante la ressemblance avec la réalité des formes du terrain calculées .

Ce point a reçu de notre part une très grande attention à la fois dans les spécifications des données qui ont été récoltées, mais aussi dans le choix du modèle de traitement du MNT puisque TIN prend en compte tous ces éléments qui structurent le relief. De plus l'utilisation de TIN dans Arc INFO nous permet de corriger a posteriori le MNT dans des zones où les données sont manquantes en ajoutant des éléments nouveaux (lignes de rupture de pentes, points cotés, barrière rocheuse, etc...) ou en enlevant des données jugées erronées.

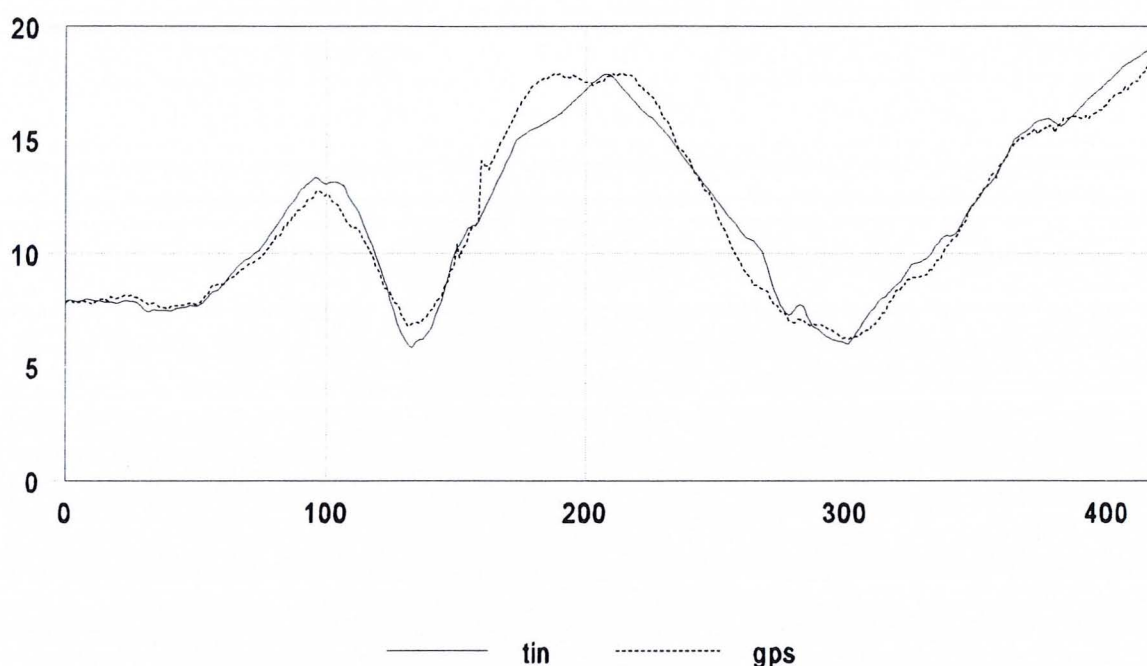
Après création du MNT par TIN et validation de sa qualité interne, nous avons choisi de contrôler des altitudes en utilisant un GPS en mode différentiel. Cette méthode est utilisée pour établir une référence altimétrique à laquelle on compare des altitudes du MNT.



Nous avons alors déplacé le GPS dans différentes parcelles en sauvegardant un point par seconde (mode continu) puis nous avons effectué une correction différentielle à partir des données CBS..

La vérification est simple : Il suffit d'analyser les différences entre les points de références donnés par le GPS et les même points calculés par le MNT, c'est à dire que pour tout couple (x, y) donné par le GPS, on compare le  $Z_{\text{gps}}$  avec le  $Z_{\text{mnt}}$ . De plus cela nous permet de contrôler qu'il existe une bonne concordance entre la pente du terrain et celle calculée par le MNT. En fait celle du MNT doit suivre celle de référence donnée par le GPS, en étant plus "douce" car les données ne sont pas à la même échelle.

Pour la parcelle vérifiée ci-dessous, le GPS a été utilisé sur 420 mètres à l'intérieur de la parcelle en le déplaçant en zigzags. Ainsi, 437 points ont été enregistrés par le GPS. Nous avons calculé leur altitude en utilisant le MNT, c'est à dire en calculant pour chaque point l'altitude donnée par TIN.



*Figure 8 f : Représentation des altitudes données par le GPS et des altitudes calculées à partir du MNT. (les données sont en mètres)*

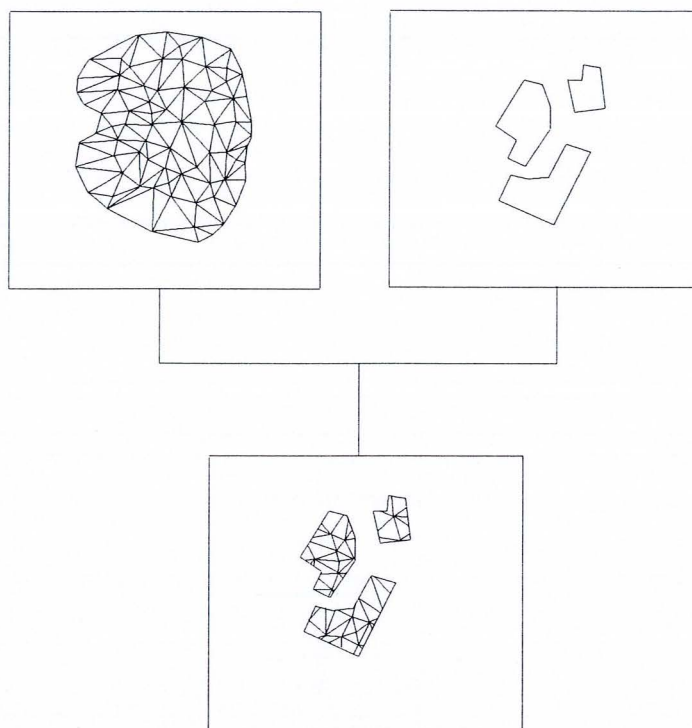
En effectuant cette opération sur de nombreuses parcelles, nous avons pu analyser avec grande précision la qualité du MNT et donc la précision des surfaces du parcellaire. Cette représentation permet d'illustrer sur cette parcelle la qualité du MNT.: On peut dire que globalement le relief est très bien représenté.

Il ressort de cette étude du MNT par l'utilisation du GPS, que la forme du terrain est bien rendue, certaines imperfections étant dues à la fois à des facteurs associés à l'utilisation du GPS en continu mais aussi à un manque d'information dans la zone incriminée. Ceci n'advient que de manière très ponctuelle et ne diminue pas la qualité du MNT. En quantifiant plus précisément l'altitude, nous pouvons dire que plus de 90 % des données du MNT se situent dans un intervalle de 1.75 mètre, cet intervalle pouvant dans certains cas être réduit à moins d'un mètre.



### 8. 3 Calcul des surfaces réelles.

TIN nous permet d'obtenir pour chaque entité élémentaire les informations nécessaires au calcul de sa surface réelle. Il suffit alors de croiser ces polygones élémentaires avec le parcellaire pour obtenir la surface réelle de chaque parcelle ainsi que sa pente moyenne.



*Figure 8 g: représentation d'un TIN, d'un parcellaire et résultat du croisement.  
(chaque parcelle contient des fractions d'entités ou des entités élémentaires du TIN)*

Les surfaces développées sont bien évidemment toujours supérieures aux surfaces projetées, la différence étant fonction de la pente. Le tableau 10b montre que pour l'ensemble des parcelles cartographiées, la différence entre surfaces projetées et développées est de 185 ha soit une augmentation de 2,74 % par rapport aux surfaces projetées. Ceci correspond à une pente globale théorique de 23, 57 % .

Si l'on ne considère que les parcelles de banane (incluant toutefois les plantains, les labours. pour banane, jachères banane et parcelles "à replanter"), la différence n'est plus que de 128,7 ha.

Pour les bananes export strictu sensu, la différence de superficie entre surfaces développées et projetées est de 110 ha mais le pourcentage est également de 2,74 %. **Ceci correspond à une différence moyenne de superficie de 300 m<sup>2</sup> par parcelle** et équivaut à l'erreur qui apparaîtrait dans le cas d'un biais systématique où, pour toute parcelle d'un hectare, on sous-estimerait un côté de 15m et l'autre de 20m,, ce qui est loin d'être négligeable.



On notera toutefois que cette augmentation par rapport à la surface projetée est plus importante pour les parcelles de banane à replanter (3,7%) que pour les autres, ce qui montre bien que ces parcelles mal entretenues sont en général situées sur des pentes plus importantes que la moyenne. On retrouvera cette différence lors du calcul des pentes moyennes par catégorie d'occupation du sol (chapitre 10, tableau 10 b).

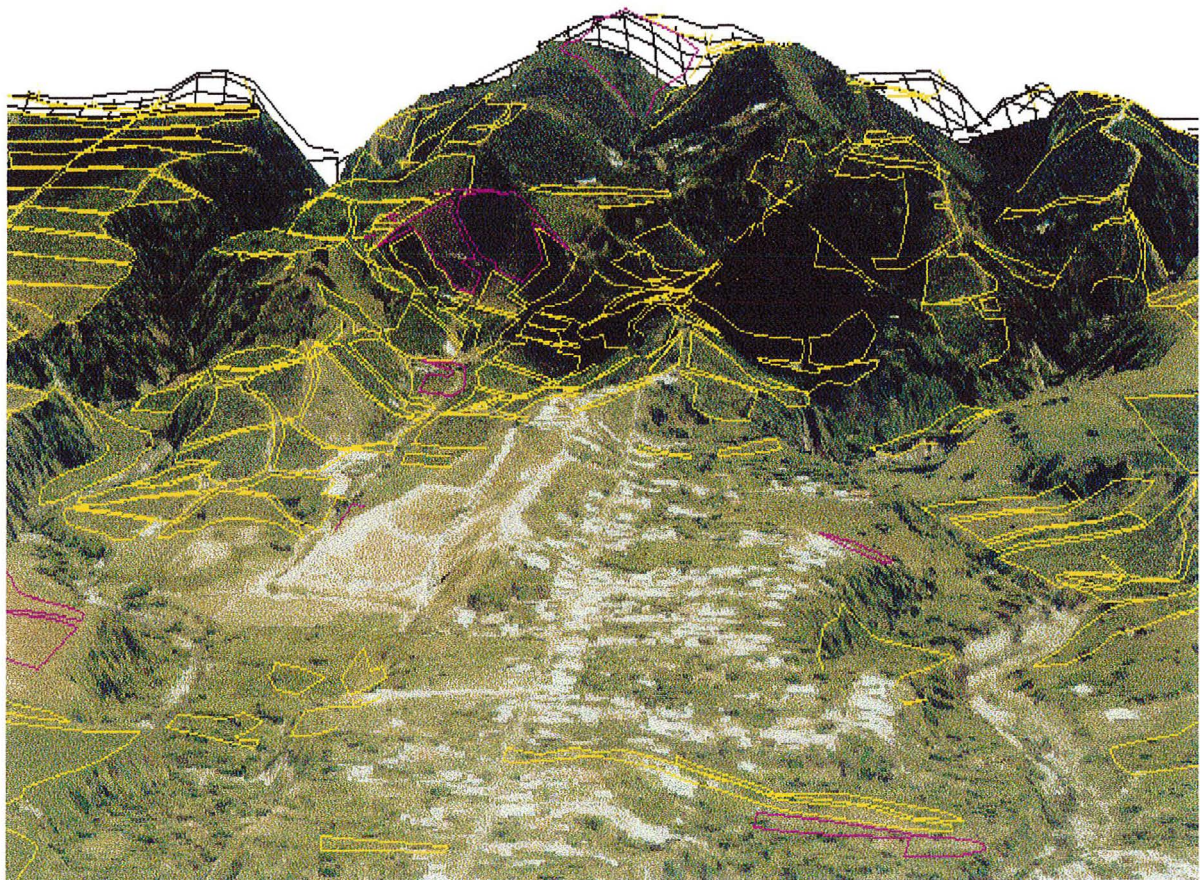
type	nombre de parcelles	surf. projetée (m2)	surf.développée (m2)	différence(ha)	% de dif
1	3654	40276284.75	41378829.85	110.25	2.74
2	282	1030684.46	1050354.30	1.97	1.91
3	3	19391.44	19879.69	0.05	2.52
5	61	1134839.40	1144955.68	1.01	0.89
6	3	22651.96	23869.60	0.12	5.38
10	140	791561.92	810703.35	1.91	2.42
11	132	1343369.09	1359115.96	1.57	1.17
12	2	17698.13	17806.32	0.01	0.61
13	29	148909.63	152970.04	0.41	2.73
20	1020	10034315.10	10339984.31	30.57	3.05
21	116	1071098.81	1094806.00	2.37	2.21
22	1	6293.74	6818.13	0.05	8.33
23	19	203659.52	207797.60	0.41	2.03
30	1094	7820760.91	8028814.25	20.81	2.66
40	441	3390831.49	3514921.52	12.41	3.66
41	3	8089.52	8478.92	0.04	4.81
<b>total</b>	<b>7020</b>	<b>67520938.88</b>	<b>69372082.42</b>	<b>185,11</b>	<b>2,74</b>

*Tableau 8.b : Comparaison entre les surfaces projetées et développées pour les différents types d'occupation du sol sur la zone de calcul du MNT ( centre et sud Basse Terre).  
Le codage de l'occupation du sol (types) est donné au chapitre 10, tableau 10 a*



#### 8.4 Conclusion.

Pour conclure, en considérant tous ces facteurs, on peut affirmer que le MNT est de grande qualité, surtout si l'on prend en compte son étendue (19 000 ha). Nous ajouterons que l'utilisation de TIN est ici intéressante non seulement parce qu'elle conserve l'intégrité des données de départ, mais aussi parce qu'elle reproduit fidèlement la forme du relief et qu'elle n'introduit pas d'erreur significative dans le modèle.



*Figure 8 h*

Visualisation 3D de la zone ouest de Capesterre Belle Eau réalisée à partir  
d'une photographie aérienne, du MNT calculé et du parcellaire stéréorestitué

en jaune: parcelles de banane

en mauve: autres cultures

Exagération du relief d'un facteur 2



## 9 - POTENTIALITES OFFERTES PAR L'IMAGERIE RADAR

Différents travaux menés avec un radar aéroporté en bande C sur des bananeraies d'Amérique centrale ont montré qu'il était possible de distinguer les bananeraies des autres couverts végétaux avec toutefois une réserve pour les plantains dont le feuillage plus terne était moins aisément différenciable. (cf S. Pigeonnat et al, "Potencial de las imagenes de radar para le estudio de los cultivos tropicales de banano y platano en Costa-Rica, Seminario internacional de radar, 1- 5 de noviembre, 1994 - San José- Costa Rica).

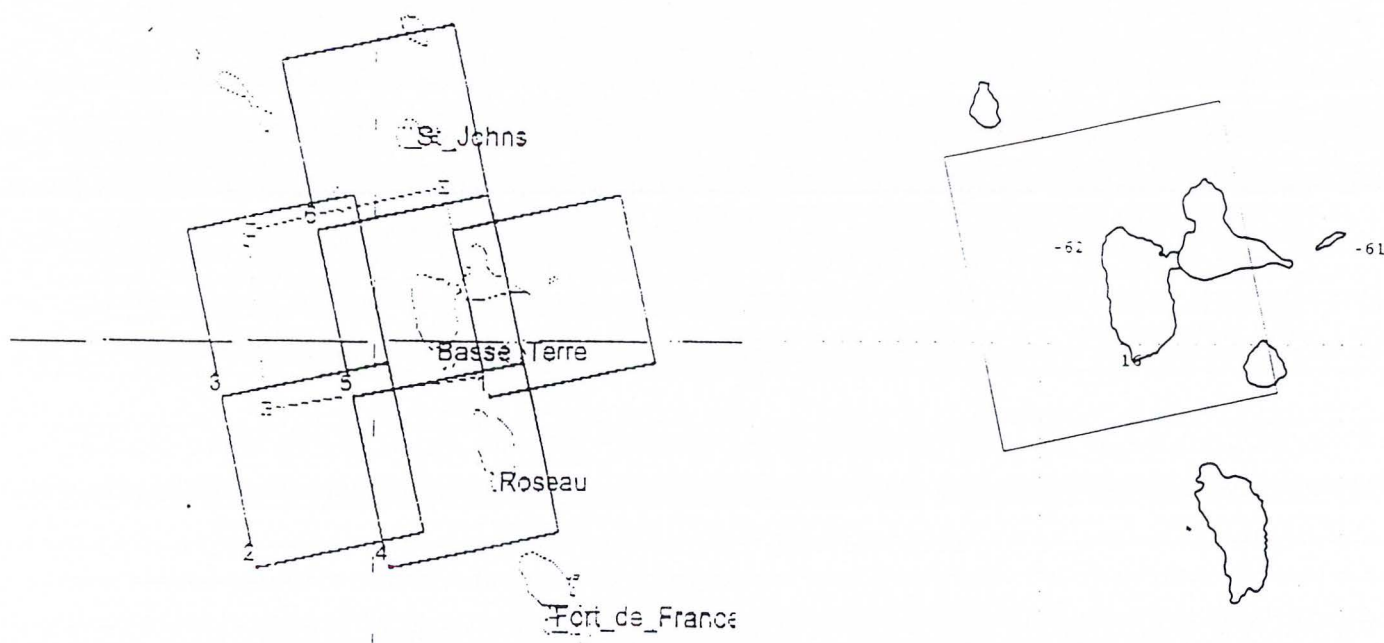
Cette opération avait donc pour objectif de tester parallèlement les potentialités offertes par l'imagerie RADAR pour le repérage *visuel* des parcelles plantées en banane que ce soit dans les parties de l'île traditionnellement occupées par la bananeraie ou dans les secteurs d'implantation récente et difficile à localiser comme ceux de la Grande Terre.

En théorie, nous avons le choix entre les données des satellites ERS2, JERS et RADARSAT.. Mais le coût des images RADARSAT était trop élevé et il n'était pas possible de programmer JERS.. Nous avons donc opté pour ERS-2 dont les données sont acquises dans la bande C en polarisation VV . La résolution spatiale est de 30m. La fréquence d'acquisition est de 35 jours

### 9.1 Programmation des données ERS

Afin de disposer de solides références terrain pour l'interprétation des données, la programmation a été effectuée de façon à disposer d'enregistrements autour de la période où ont été effectués les mises à jour de terrain et la cartographie de la sole bananière (août 97).

Elle a été réalisée auprès de la Société SPOT-IMAGE. Les images ont été acquises respectivement les 29 juin, 7 septembre et 12 octobre 1997 en passe ascendante (cf figure 9a)



**Figure 9 a:** *gauche:* zones couvertes par les images ERS 2 selon les orbites  
*droite:* emprise au sol précise des images programmées (frame 315).



## 9.2 Traitement des données ERS-2 multitemporelles

Les travaux ont été effectués sur le logiciel ERDAS Imagine.

Après un découpage d'une sous-image de 4000 x 4000 afin de réduire la taille des images 16 bits, les étapes du traitement appliqué à la série obtenue ont été les suivantes:

- 1 - suppression de l'effet miroir par rotation nord-sud.
- 2 - correction géométrique (environ 20 points d'amers répartis sur toute l'île dont les traits de côte, certaines cibles ponctuelles, des croisement de routes, coudes des rivières et distorsions dues au relief) puis superposition des images.
- 3 - filtrage spatial léger de base de type "Gamma Map" avec une fenêtre 3x3..  
calcul du coefficient de variation
- 4 - filtrage temporel (son intérêt étant de ne pas affecter la résolution spatiale)
- 5 - filtrage spatial Gamma Map 7x7.

## 9.3 Analyse visuelle des compositions colorées RVB des trois images ERS 2: tentative d'identification des bananeraies.

Le codage utilisé a été le suivant : juin en bleu, septembre en vert et octobre en rouge

En conséquence, les zones n'ayant pas subi de modifications susceptibles d'affecter notablement le comportement du rayonnement rétrodiffusé devaient apparaître en niveaux de gris fonction de l'intensité de celui-ci (c'est à dire plus ou moins proche de l'origine sur la diagonale du cube des couleurs).

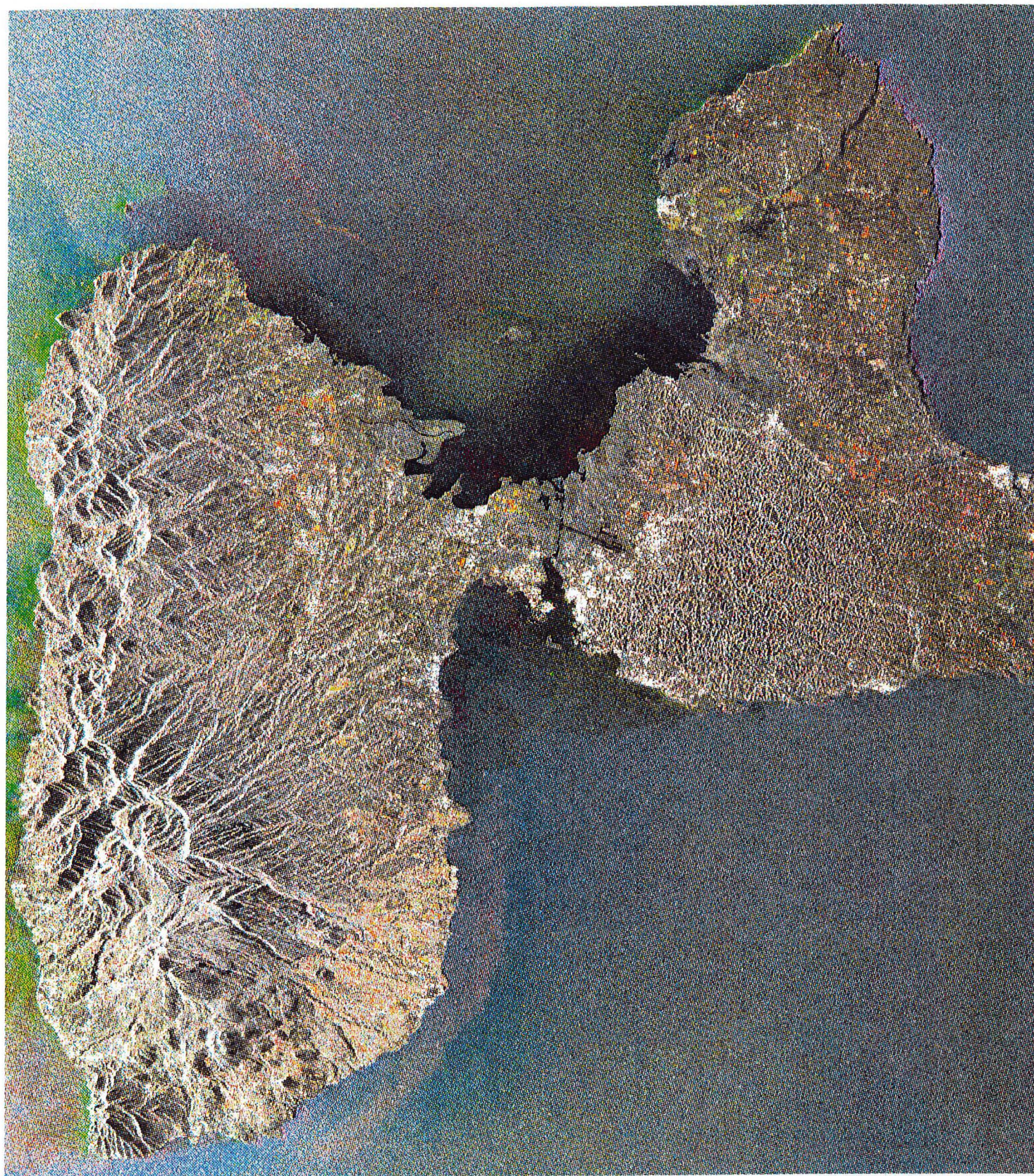
La figure 9b confirme qu'en effet les objets ayant peu ou pas changé entre les 3 dates ont un aspect qui varie du noir (eau calme, aérodrome) au gris sombre et gris clair (végétation naturelle) et enfin au blanc (bâti). Mais elle montre de plus que les zones de bananeraie du sud-est de la Basse Terre appartiennent le plus souvent à cette catégorie et se distinguent très bien de la végétation voisine. Elles apparaissent en effet gris très clair du fait de l'importante rétrodiffusion du feuillage.

### a) Zone de bananeraie du sud-est de la Basse Terre

L'agrandissement donné figure 9c montre toutefois la présence de blocs jaunes et quelquefois même orangés-rouges qui correspondent à des parcelles de banane qui étaient encore trop peu développées en Juin 1997 lors de l'enregistrement de la première image. L'intensité de la composante bleue sur la composition colorée s'en trouve donc réduite et les parcelles apparaissent en jaune, voire même en rouge si les bananiers étaient également peu couvrants le 7 septembre.

Il est bien sûr impossible de distinguer le parcellaire dans ces grands ensembles et même si celui-ci pouvait être mis plus clairement en évidence, la création d'une ortho-image de qualité serait un préalable indispensable à toute cartographie de celui-ci.





*Figure 9 b : Composition colorée multidate (29 juin, 7 septembre, 12 octobre 1997)  
d'images radar ERS-2 sur la Guadeloupe*





*Figure 9 c: agrandissement de la composition colorée multidate sur la région Goyave - Capesterre-Belle-Eau:*

*Les limites de la zone bananière sont bien nettes mais le parcellaire est invisible.*

*Les bananeraies peu développées en juin apparaissent en jaune  
(ou en orangé si elles étaient encore peu couvrantes début septembre).*



### b) Détection des nouvelles implantations en Grande Terre

Nous avons effectué ce travail à partir de la même composition colorée. La figure 9a en donne un extrait sur la zone située entre Gros Cap, Sainte- Marguerite et Les Mangles. Mises à part quelques parcelles jaunes correspondant au phénomène décrit ci-dessus, on remarque que les blocs bananiers, voire même les parcelles elle-mêmes apparaissent en blanc et de ce fait *sont très nettement mises en évidence*.

L'extrait correspondant de la carte au 1/25 000 permet de le contrôler et de noter que les parcelles encore en labour en août 97 n'apparaissent pas sur la composition colorée radar.

C'est donc au niveau du repérage des implantations récentes sur la Grande Terre (dont on ignore le plus souvent la localisation précise et quelquefois même l'existence) que les potentialités de l'imagerie radar sont apparues les plus fortes. En effet, contrairement à la Basse Terre:

l'absence de relief permet de superposer le parcellaire existant après une correction géométrique simple et donc de localiser précisément les nouvelles parcelles. De plus, leur relatif isolement permet de les distinguer plus aisément de leur environnement et d'en repérer les limites. Ainsi, *l'imagerie radar pourrait constituer une aide aux mises à jour en mettant en évidence des sites remarquables qu'il appartiendra ensuite de visiter et de localiser plus précisément au GPS.*



*Fig.9d: Gde Terre: exemple de parcellaire bananier récent au nord-ouest de Ste Geneviève*

### **9.4 Composition colorée RVB de rapports d'images**

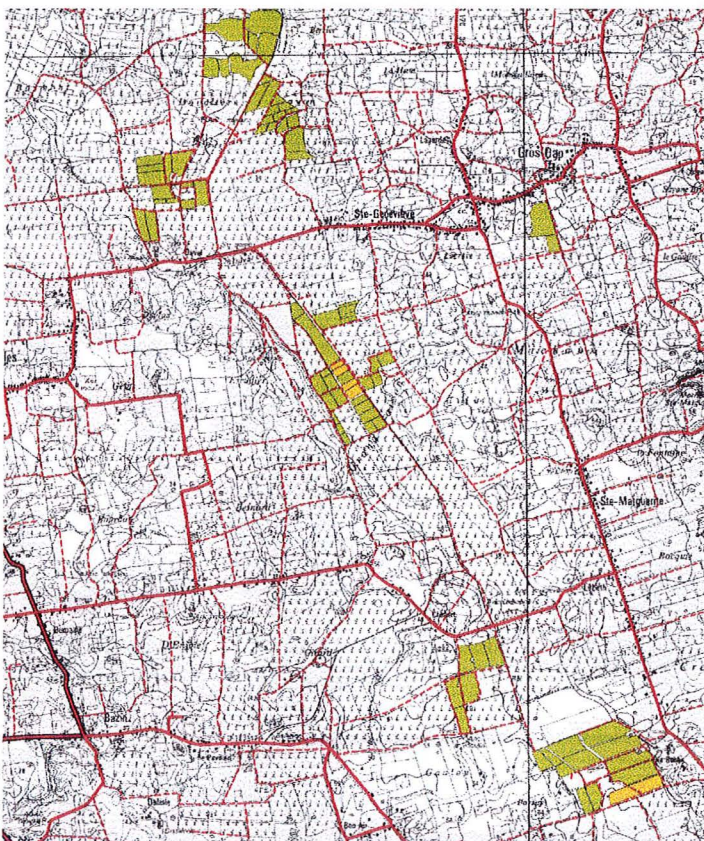
Le relief ayant une action multiplicative sur les comptes numériques de chaque canal, nous avons procédé à des rapports de canaux afin d'éliminer cet effet et de tester l'intérêt de la méthode. Mais chaque canal ayant un bruit résiduel, le résultat des différents ratios a été un ensemble de néo-canaux plus bruités et les compositions colorées résultantes se sont en conséquence révélées très difficiles à interpréter.





*Figure 9 e: Extrait de la composition colorée des images ERS 2 sur la zone de Gros Cap:*

*Les parcelles de banane apparaissent en blanc ou gris très clair et exceptionnellement en jaune ou orangé. On remarquera la réponse très nette du bâti (blanc intense) à Ste Geneviève et à Gros Cap*



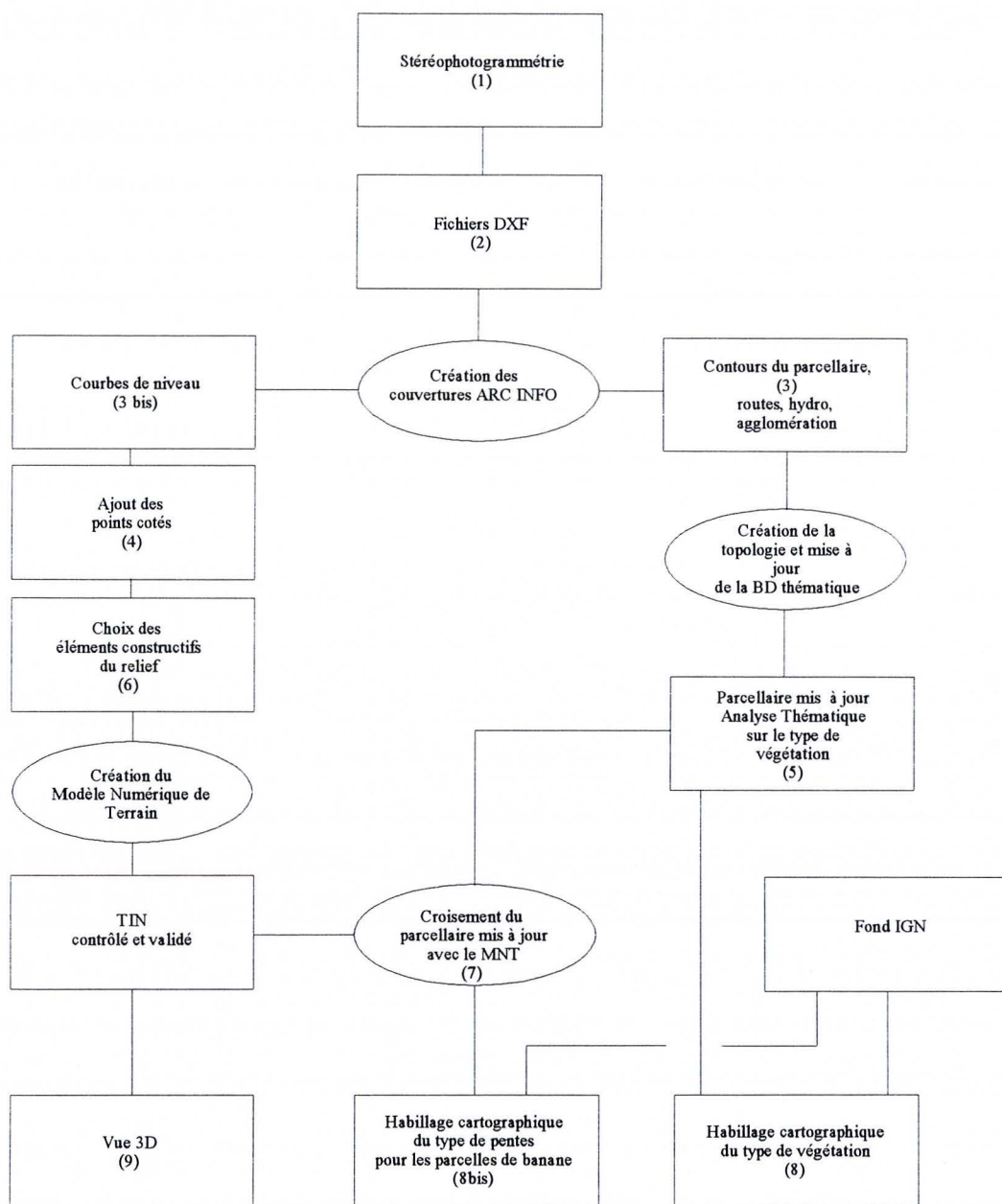
*Figure 9 f: Extrait de la carte de la sole bananière au 1/25 000 sur la zone de Gros Cap (situation en août 97) sur fond topographique IGN.*

*Les parcelles de banane sont en vert et les labours en jaune*



## 10 - PRODUITS CARTOGRAPHIQUES ET STATISTIQUES.

Nous rappelons ci-dessous la méthodologie mise en oeuvre pour l'obtention des différents produits demandés à partir des produits de la stéréointerprétation



*Figure 10 a: Schéma des différentes étapes de la méthodologie utilisée.*



## 10.1 - Structuration de la base de données.

a) Le parcellaire de la banane est associé à une base de données attributaires, c'est à dire que chaque polygone (parcelle) contient des données le caractérisant. Outre les données qui sont fournies automatiquement par le logiciel ARC-INFO comme la surface projetée, le périmètre et le numéro de chaque parcelle, des données complémentaires peuvent être ajoutées après enquête terrain, analyse de photographie ou d'images satellitaires (c'est typiquement le cas de l'occupation du sol repéré par un numéro de type) ou alors calculées à partir de données extérieures. La figure 10.1 ci-dessous met en évidence une parcelle et la base de données associée que nous avons fournie à la Direction de l'Agriculture et de la Forêt. On notera que deux champs attributaires non prévus à l'origine, altitude moyenne et pente moyenne, ont été rajoutés en fin de projet suite à la demande de la DAF et des SICA.

Surface projetée	Périmètre	Surface développée	Numéro 1997	Type 1997	altitude moy	pente moy
35408,167	1131,759	35938,142	4929	1	670,204	17,366



*Figure 10.b: exemple: la parcelle n° 4929 et ses données attributaires*

Type	Occupation du sol	Type	Occupation du sol
1	Banane	20	Jachère
2	Plantain	21	Jachère pour banane
3	Banane Bio	22	Jachère pour canne
5	Canne	23	jachère pour maraîchage
6	Végétation naturelle	30	divers
10	Labour	40	bananes à replanter
11	Labour pour banane	41	plantains à replanter
12	Labour pour canne	50	bâti
13	Labour pour maraîchage		

*Tableau 10.a : Codage de l'occupation du sol ( type)*



b) Après mise à jour complète de la base de données parcellaires, numérotation définitive et compléments apportés aux voies de communication, aux cours d'eau et au bâti, les résultats finaux ont été structurés en 18 couches d'information au format dxf



*Figure 10 c : Structuration de la base de données globale en 18 couches d'information (dont les courbes de niveau)*

## **10.2 Produits cartographiques au 1:5 000.**

### a) documents sur papier.

Une série de planches au 1:5000 a été fournie aux enquêteurs en cours de projet (cf figures 6 c et 6 d) pour le contrôle et la mise à jour de l'occupation du sol.

### b) documents sur support polyester.

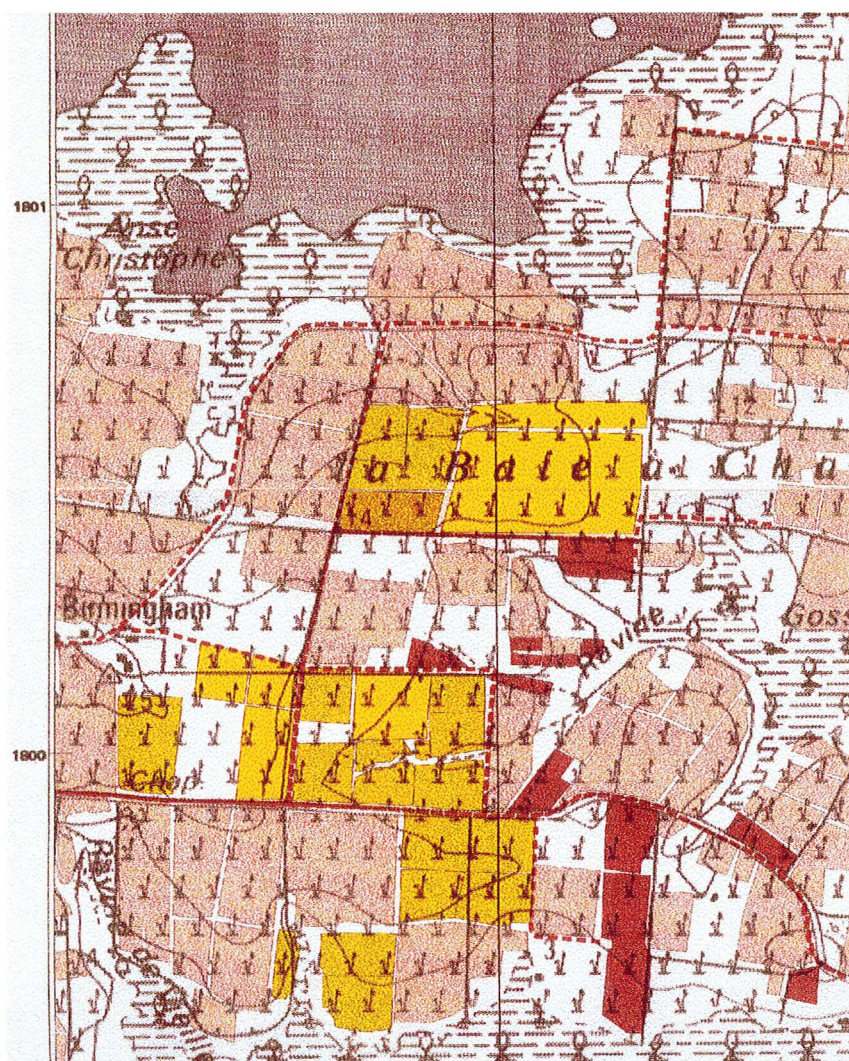
Un autre type de document mentionnant, au centroïde de chaque parcelle, la numérotation définitive au lieu de l'occupation du sol figurée par une lettre, a été restitué sur support stable polyester au 1:5 000 en noir et blanc afin d'en permettre une reproduction aisée sur papier. Cet ensemble constitué de 60 planches a été livré par la SCIAC à la DAF en 1998.



### 10.3 Produits cartographiques au 1:10 000 sur fond de scan IGN agrandi.

Il s'agit de la représentation des parcelles de banane avec mention des autres cultures (canne sur la Grande Terre) sur fond topographique. Ce sont des produits très demandés par les techniciens des Groupements de producteurs du fait que le fond topographique IGN permet d'effectuer un repérage efficace en particulier grâce à la toponymie et à la représentation du bâti dispersé et des mornes. Rappelons que les fichiers EDR SCAN25 correspondent au scannage monochrome des 7 feuilles au 1/25 000 série bleue n° 4601G à 4606G

L'ensemble de ces planches a été spécialement imprimé et envoyé fin 1997 à chacune des SICA Banagua et Karubana.



*Figure 10 d: carte de la sole bananière au 1/10 000 sur fond topographique IGN  
(Autorisation IGN N° 32 333)*

*On notera que ce document final intègre bien les mises à jour issues des relevés GPS.  
(cf figures 7f et 7g sur cette même zone)*



#### 10.4 - Produits cartographiques au 1/25 000.

Les cartes au 1:25 000 ont été établies à l'aide d'un découpage à peu près identique à celui des cartes topographiques IGN (cf figure 10 e). Comme pour les documents précédents, elles peuvent être fournies avec ou sans fond IGN. Ces cartes sont au nombre de 9:

- 7 cartes de la sole bananière (Nord Basse Terre, centre Basse Terre, Sud Basse Terre, Nord Grande Terre, Sud -Ouest Grande Terre, Sud-Est Grande Terre)

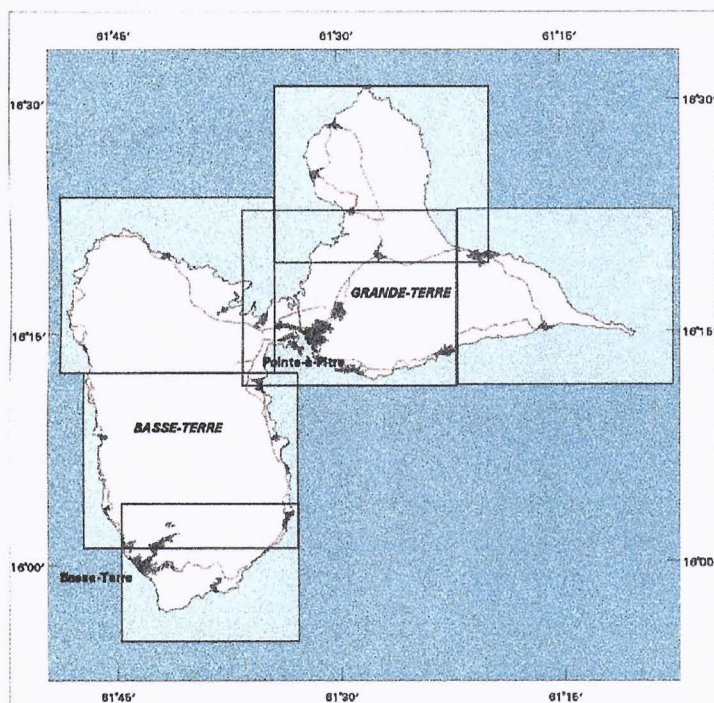
On y a distingué les parcelles de banane dessert, les bananes légumes (plantain...), les labours pour banane, les jachères pour banane et l'ensemble des autres cultures. Les bananes en cours d'abandon ou très mal entretenues ont été regroupées sous l'appellation "bananes à replanter".

- 2 cartes des pentes de la sole bananière ( Centre Basse Terre, Sud Basse-Terre)

Sur chacune de ces cartes figurent également les cours d'eau permanents, l'agglomération principale des communes et les voies de communication et d'accès à chacune des parcelles de banane classées en 3 catégories. Au total, 100 cartes au 1/25 000 ont été remises à la DAF.

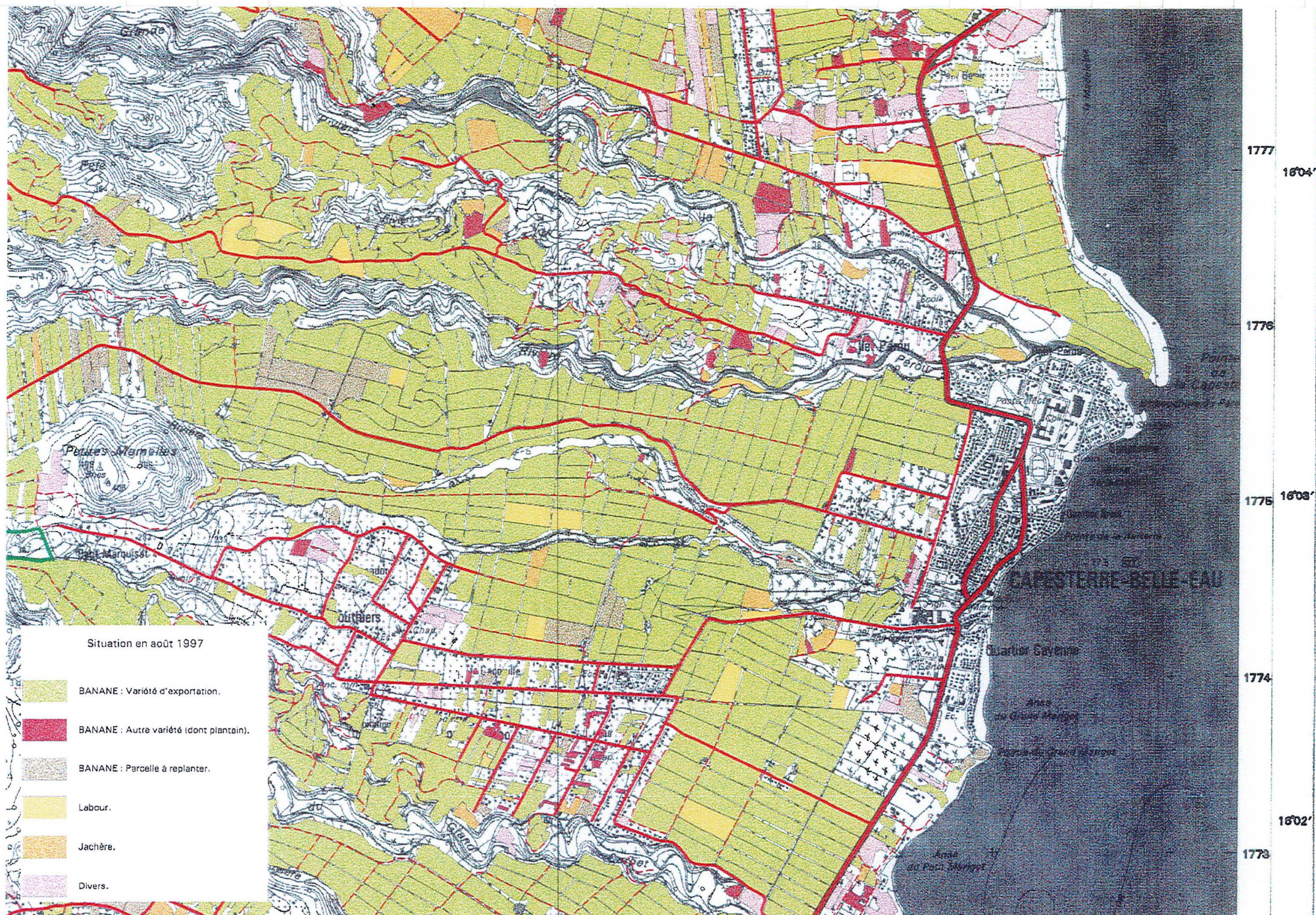
Un extrait de la carte de la sole bananière (fig 10 f) et de la carte des pentes (fig 10 g) sur la même zone de Capesterre Belle Eau est donné pages suivantes. Les pentes importantes rencontrées dans la partie nord de ce secteur y sont en particulier bien mises en évidence.

#### BASSE-TERRE et GRANDE-TERRE



*Figure 10 e: tableau d'assemblage des 6 cartes au 1/25 000*





*Figure 10f: Extrait de la carte de la sole bananière au 1/25 000 (Secteur de Capesterre- Belle-Eau)  
(Autorisation IGN N° 32 333)*







## 10.5 Produits cartographiques au 1/75 000

Le document au 1/75 000 (figure 10g) a été édité à cette échelle plutôt qu'au 1/50 000 de façon à faire figurer l'ensemble de la Guadeloupe sur un seul document A0. Il n'a pas été restitué avec le fond topographique IGN car les scans dont nous disposons n'étaient pas mosaïqués. La légende est la même que celle des cartes de la sole bananière au 1/25 000.

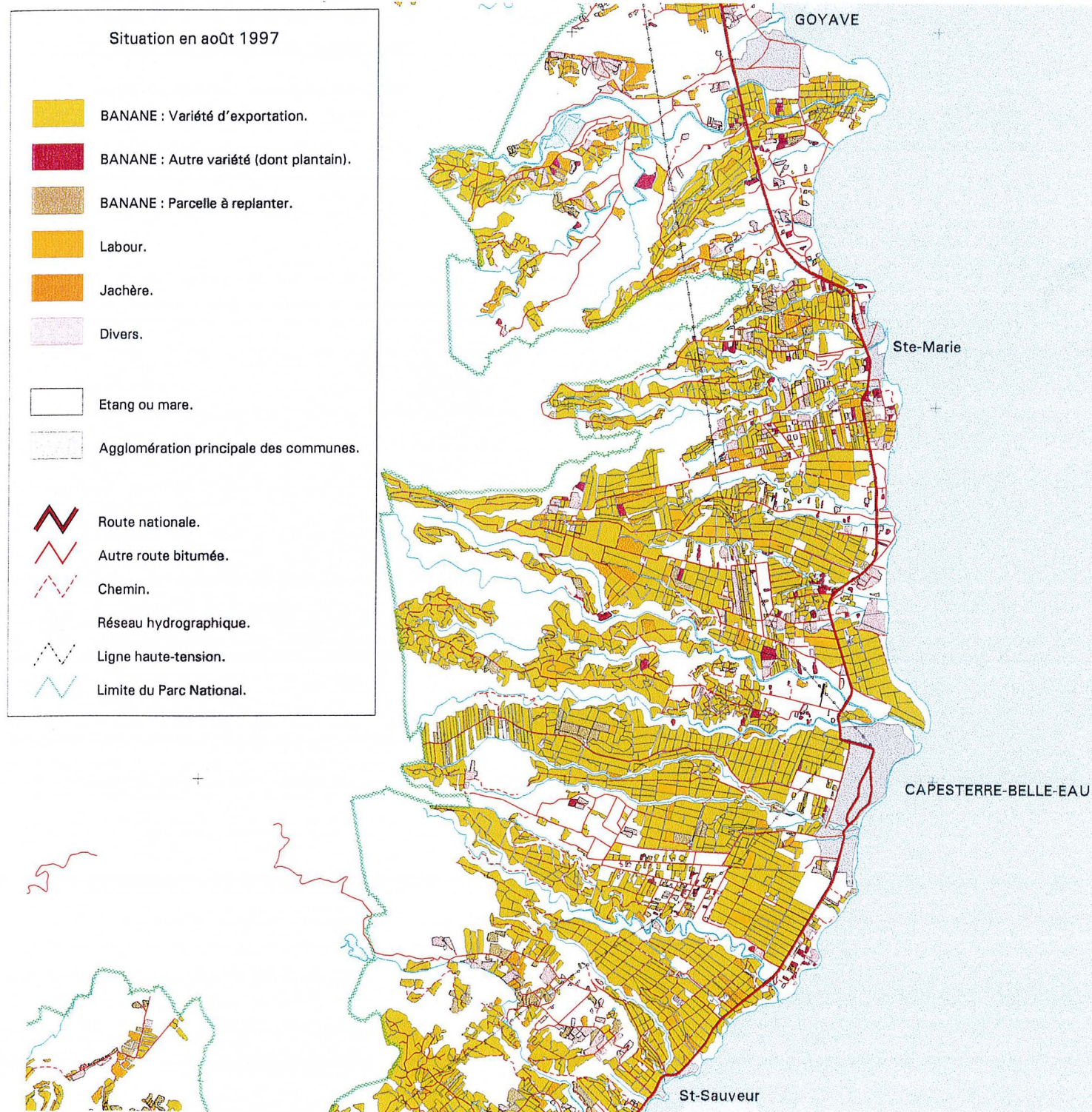


Figure 10 h: Extrait de la carte de la sole bananière au 1:75 000



## 10.6 - Statistiques de surface associées.

### BASSE TERRE (Août 1997)

Occupation du sol	Nombre parcelles	% parcelles	s (ha)	% surface	S moy. (ha)	P moy (%)
Banane exportation	3 654	79	4 137	85,5	1.13	22.9
A replanter	441	9,5	351	7,2	0.8	25.7
Labour banane	132	2,9	136	2,8	1.03	17.5
<b>Total Banane exportation</b>	<b>4227</b>	<b>91,4</b>	<b>4624</b>	<b>95,5</b>		
Autre variété (dont plantain)	282	6,1	105	2,2	0.37	19.2
Jachère banane	116	2,5	109	2,3	0.94	24.5

### GRANDE TERRE (Août 1997)

Occupation du sol	Nombre parcelles	% parcelles	s (ha)	% surface	S moy. (ha)
Banane exportation	171	93,44	230	96,36	1,34
A replanter	2	1,09	1	0,42	0,48
Labour banane	5	2,73	5,3	2,22	1,06
<b>Total Banane exportation</b>	<b>178</b>	<b>97,26</b>	<b>236,3</b>	<b>99</b>	
Autre variété (dont plantain)	4	2,19	1,1	0,46	0,28
Jachère banane	1	0,55	1,3	0,54	1,3

*Tableaux 10 b et 10 c : Statistiques relatives à l'occupation du sol cartographiée (les pentes n'ont été évaluées que sur la Basse Terre)*



## BASSE TERRE ET GRANDE TERRE (Aout 1997)

<i>Surfaces (ha)</i>	<i>Basse Terre</i>	<i>Grande Terre</i>	<i>Total Guadeloupe</i>
Banane Export	4137	250	4837
A replanter	351	1	352
Labour pour banane	136	5	141
Total banane export	4624	256	4880
Jachère banane	109	1	110
<b>Sole bananière exportation</b>	<b>4733</b>	<b>257</b>	<b>4990</b>
Autres variétés (dont plantain)	105	1	106
<b>Total sole bananière</b>	<b>4838</b>	<b>258</b>	<b>5096</b>

*Tableau 10 d : La sole bananière guadeloupéenne en août 97 (hectares)*

*Nota: 20 ha cultivés au Nord de la Grande Terre (St Julien) n'apparaissaient pas sur les photographies de 1996. De plus ils n'ont pu être mesurés par GPS fin 1997, leur accès ayant été refusé à l'enquêteur. Ils n'ont donc pas été cartographiés ce qui explique la différence avec les 236 ha mentionnés dans le tableau 10c*

L'estimation effectuée à partir de l'inventaire cartographique réalisé dans le cadre de ce projet donne une superficie totale voisine de **5 100 hectares pour l'ensemble de la sole bananière guadeloupéenne** et de **4 990 hectares pour les bananes d'exportation** (situation en août 97). *L'erreur maximale a été évaluée à 3% (cas le plus défavorable d'un biais systématique)*

Le tableau 10e donne les estimations 97 effectuées par les méthodes traditionnelles. Ce sont donc les 4 990 ha  $\pm$  150 ha de banane export qui sont à comparer avec les 5900 ha. issus des estimations des groupements de producteurs, elles-mêmes calculées à partir des déclarations de chaque producteur et des contrôles effectués sur certaines exploitations

Il faut toutefois noter que l'estimation de 5900 hectares est celle du 31-12-97 alors que celle de 4990 hectares correspond à la situation à la mi-97: pour comparer ce qui est comparable, il faudrait donc ajouter à ces 4990 hectares les surfaces nouvelles ouvertes en Grande Terre pendant le deuxième semestre 1997. On peut les évaluer à environ 100 ha car il a été recensé jusqu'à 350 hectares sur la Grande Terre à la fin 97.



<i>Surfaces (hectares)</i>	<i>Enquête TER-UTI (mi-97)</i>	<i>Enquête structures (fin 97)</i>	<i>Groupelements de producteurs (fin 97)</i>	<i>Inventaire cartographique (mi-97)</i>
<b>1997</b>	5 980	6 055	5 900	4 990

*Tableau 10 e: Comparaison des estimations de superficies en 1997*

Il faudrait de plus tenir compte du fait que les parcelles mesurées sont en toute rigueur supérieures à 2500 m2 et que les très petites parcelles n'ont donc pas été cartographiées. Celles-ci étant également non prises en compte dans les déclarations, cela ne devrait pas induire de différences mais il arrive que certains planteurs déclarent une surface qui soit la somme de plusieurs petites parcelles. Ces dernières se retrouvent donc comptabilisées et on peut estimer cette différence à 50 ha . Ceci nous conduit à un total de 4990 ha + 100 ha + 50 ha soit:

**5140 ± 150 ha    estimés à partir de l'inventaire cartographique**  
**5900 ha            estimés à partir des déclarations des exploitants.**

***La différence qui subsiste est d'environ 760 ± 150 hectares ce qui correspond à 15 ± 3 % des surfaces cartographiées.***

Cette surestimation de 15 % dans les estimations effectuées à partir des déclarations n'est pas surprenante dans la mesure où les superficies données par les exploitants sont évaluées à partir d'extraits du plan cadastral. En effet:

- le cadastre n'est pas toujours juste;
- la parcelle culturale ne correspond pas toujours à la parcelle cadastrale.
- la surface plantée (ce qui a été effectivement cartographié) est parfois plus petite que la parcelle culturale.

La surestimation fournie par les deux sondages est par contre plus difficile à expliquer.

Pour TER-UTI, elle peut être due à l'ancienneté des photos utilisées mais aussi au principe même de la méthode qui permet de comptabiliser en banane des points situés sur des bananiers isolés ou sur d'anciennes parcelles de banane en labour lors du passage de l'enquêteur.

Pour l'enquête structures qui donne 6055 ha à la fin 97, elle est peut être due au fait que la base de sondage ne soit plus à jour ou à un échantillonnage des exploitations qui ne soit pas représentatif..

On notera qu'en 1997, les sondages fournissent des résultats nettement plus élevés (environ 500 hectares) que l'année précédente



## 10.7 Produits statistiques dérivés

### BASSE TERRE (AOUT 97)

Classe de surface (ha)	Nombre de parcelles	% du nombre total	Surface occupée (ha)	% de la surface	Taille moyenne (ha)	Pente moyenne (%)
$0,25 \leq x \leq 0,5$	1 145	31.3	330.9	8.0	0.29	22.6
$0,5 \leq x \leq 1$	1 048	28.7	762.8	18.4	0.73	23.3
$1 \leq x \leq 2$	914	25.0	1 290.9	31.2	1.41	22.1
$2 \leq x < 5$	501	13.7	1 444.7	34.9	2.9	23.6
$5 \leq x < 10$	42	1.2	264,3	6.4	6.3	28.3
$x > 10$	4	0.1	44.3	1.1	11.1	24.5
TOTAL	3654	100	4 137.9	100	1.13	

*Tableau 10 f: Distribution des parcelles de banane selon leur surface*

On constate que sur la Basse terre, les 2/3 de la sole bananière sont occupés par des parcelles de taille comprise entre 1 et 5 hectares et que celles-ci représentent environ 33 % des parcelles.

Mais le quart de cette sole bananière est occupé par des parcelles de taille inférieure à un hectare qui constituent d'ailleurs la majorité des parcelles (60 %). A l'intérieur de celles-ci, les petites parcelles inférieures à 1/2 hectare couvrent encore 8% de la superficie et représentent plus de 30 % des parcelles cultivées en banane. Ceci confirme bien l'intérêt d'une cartographie des petites parcelles si l'on veut améliorer la précision des estimations.

*Ainsi, la non prise en compte des parcelles comprises entre 2 500 m<sup>2</sup> et 5 000 m<sup>2</sup> nous aurait conduit à une sous-estimation de 330 hectares.*

Les parcelles de taille supérieure à 5 ha ne représentent que 1,3 % du nombre des parcelles mais couvrent 7,5 % de la superficie cultivée en banane. A noter cependant que ce pourcentage est légèrement supérieur à la réalité dans la mesure où certaines d'entre elles sont la réunion de parcelles plus petites qui n'ont pu être délimitées (cf page suivante)



# BASSE TERRE (AOUT 97)

Classe de pente (%)	Nombre de parcelles	% du nombre total	S (ha)	% de la surface totale	S moyenne	P moyenne
$p < 5$	268	7,3	271.3	6,6	1.01	3.5
$5 \leq p < 10$	878	24,0	1 064.5	25,7	1.21	7.6
$10 \leq p < 15$	601	16,4	594.9	14,4	0.99	12.5
$15 \leq p < 20$	444	12,2	452.9	10,9	1.02	17.4
$20 \leq p < 30$	684	18,7	778.3	18,8	1.14	24.8
$30 \leq p < 45$	590	16,2	727.0	17,6	1.23	36.4
$p > 45$	189	5,2	248.9	6,0	1.31	53.8

*Tableau 10.g: Distribution des parcelles de banane selon leur pente*

Le tableau 10g montre que la moitié des surfaces bananières est cultivée sur de pentes faibles (inférieures à 15 %) **mais que le quart (976 ha) des surfaces bananières est cultivé sur des pentes supérieures à 30 %.**

De plus, on note que ce sont les parcelles de pente forte qui ont les tailles moyennes les plus importantes!! Ce résultat surprenant est probablement dû au fait que les parcelles cultivées sur les zones de forte pente sont souvent difficiles d'accès et dépourvues de chemins sur tous leur côtés. Il arrive donc qu'un bloc de telles parcelles soit perçu comme une seule entité (aussi bien sur les photographies aériennes que sur le terrain en raison des difficultés d'accès à chacune d'entre elles ) alors qu'en réalité elles ne sont que la juxtaposition de plusieurs parcelles plus petites appartenant souvent à différents exploitants. Il est d'ailleurs fréquent que les limites entre parcelles ne soient absolument pas visibles même sur le terrain. Dans ce cas, pour éviter tout litige ultérieur, les mesures ne peuvent être effectuées qu'en présence des exploitants ou des propriétaires.

Ces subdivisions sont à effectuer au plus tôt par GPS si l'on veut procéder à une numérotation de chaque parcelle et ainsi pouvoir exploiter pleinement les possibilités offertes par ce SIG.



## 11 - Conclusion

Ces travaux menés de 1996 à 1998 à partir d'une mission aérienne spécifique, ont permis de produire des résultats répondant aux spécifications du projet, en particulier de disposer pour la première fois d'une cartographie du parcellaire bananier. Cette cartographie a permis de mesurer et de positionner à 1 mètre près toutes les parcelles de taille supérieure ou égale à un quart d'hectare et en conséquence d'en déduire une estimation statistique très précise des superficies ( 8% des surfaces bananières sont en effet cultivées sur des parcelles de taille inférieure à 0,5 ha).

Le total des superficies de la sole bananière guadeloupéenne correspondant à cet inventaire cartographique est voisin de 5 100 hectares et l'erreur globale maximale de cette estimation est de 3% soit 150 ha.

Cette grande précision à la fois cartographique et statistique a pu être obtenue par l'utilisation des techniques de la photogrammétrie pour restituer les surfaces projetées et les courbes de niveau, mais aussi grâce à la création d'un Modèle Numérique de Terrain qui a permis de calculer les surfaces réellement cultivées et de caractériser en outre chaque parcelle par sa pente et son altitude moyenne

De plus, la mise à jour du parcellaire a été effectuée à l'aide d'un système GPS fonctionnant en mode différentiel grâce à l'installation pour la première fois en Guadeloupe d'une station de référence en poste fixe.

Enfin, l'étude des potentialités offertes par l'imagerie satellitale radar en bande C a montré que le suivi des nouvelles implantations sur la Grande Terre pouvait s'en trouver facilité.

L'état des lieux ainsi fourni était indispensable pour la connaissance de la sole bananière mais se devait aussi d'être utilisable par les acteurs de la filière. Ceux-ci ont donc été dotés dans le cadre d'un projet complémentaire d'un poste de travail informatique permettant la manipulation d'extraits du fichier de base ainsi que l'enrichissement progressif de la base de données associée aux parcelles par l'adjonction d'attributs complémentaires de leur choix.

L'objectif est donc bien de donner les moyens aux utilisateurs de produire eux-mêmes des cartes et des statistiques adaptées à leurs besoins mais il est aussi de contribuer à l'établissement de diagnostics agro-environnementaux après intégration de ces données dans un SIG et croisement avec les couches d'information pertinentes disponibles sur le milieu.